

559, 315



## PCT

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Das Diagramm zeigt ein zentrales Element, das **Elektronisches Steuerungssystem (ES)** (10) genannt wird. Von diesem Zentrum gehen acht Pfeile aus, die jeweils mit einem Buchstaben (A bis H) und einer Beschreibung beschriftet sind. Diese Pfeile führen zu acht weiteren Komponenten:

- A: Vernetztes Steuerungssystem ABAS/EP (11)** (Verkehrsregelungssystem)
- B: Netzwerk** (Vernetzung des Systems, z.B. über ein Bus-System)
- C: Unidirektionaler (12)** (Einweg-Verkehr)
- D: Sitz (12)** (Fahrer- oder Passagiersitz)
- E: Abzug (14)** (Abzug des Systems)
- F: Abzug (14)** (Abzug des Systems)
- G: Haupt- und Neben- (17)** (Haupt- und Neben-Systeme)
- H: Haupt- und Neben- (17)** (Haupt- und Neben-Systeme)

Die Komponenten sind durch gestrichelte Linien miteinander verbunden, was die Vernetzung des Systems verdeutlicht.

11. ELECTRONIC BRAKING SYSTEM ASSEMBLY	A. BRAKE PRESSURE	C. DISTANCE OF OBJECT	G. REQUESTED ACCELERATION PITCH POSITION
12. INFORMATIONAL BROADCAST SYSTEM	WHEEL BRAKE PRESSURE	RELATIVE SPEED OF OBJECT	H. REQUEST LOCK WINDOW
13. AIRFLO	AMP ACTIVE	VALID STATUS OF OBJECT	I. REQUEST LOCK BLINDFOUR
14. NAVIGATING PEDAL	ADDITIONAL MOMENT	J. DISTANCE	K. REQUEST LOCK RANGE
15. ENGINE AND ECU	EXP ACTIVE	D. REQUEST LEFT BEAT ADJUSTMENT	L. LEFT BEAT LEFT POWER REQUEST
16. COMBINED INSTRUMENTS	R. RIGHT BEAT ADJUSTMENT	E. REQUEST RIGHT BEAT ADJUSTMENT	M. RIGHT BEAT LEFT POWER REQUEST
17. WHEEL SPEED SENSOR	B. WHEEL SPEED	F. LEFT BEAT ADJUSTMENT	N. LEFT LOCK BLANK
18. COLLISION DETECTION	LOW VOLT. WIRE	O. REQUEST LEFT LOCK STATUS	P. LOCK SIGNAL
19. COLLISION DETECTION	LEFT BEAT WIRE	Q. LEFT BEAT OCCUPANCY STATUS	R. REQUEST LEFT LOCK SWITCH
20. COLLISION DETECTION SYSTEM	RIGHT BEAT WIRE	S. LEFT BEAT OCCUPANCY STATUS	T. REQUEST LEFT LOCK SWITCH
		U. RELATIVE SPEED OF OBJECT	N. DECELERATION REQUEST
		V. COLLISION DIRECTION/LOCATION	

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln mindestens eines, vorzugsweise jedoch mehrerer vom Fahrer unabhängigen Eingriffs(e) in ein Fahrzeugsystem, mit einem Gefahrenrechner, dessen Eingang vorgegebene Fahrzeugdaten, Umfelddaten, aktuelle Fahrzeug- und Fahrerdaten, Personendaten innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

**WO 2004/085220 A1**



FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

und dgl. zugeführt werden, aufgrund denen der Gefahrenrechner eine Bewertung der Gefahrenlage des Fahrzeugs und der im und außerhalb des Fahrzeugs vorhandenen Personen vornimmt und in Abhängigkeit von der Bewertung und ggf. weiterer Kriterien oder Gewichtungen Ansteuersignale ausgibt, die Aktuatoren steuern, die das Fahrverhalten des Fahrzeugs und/oder den Insassenschutz und/oder Schutzmittel für weitere Verkehrsteilnehmer (Fussgänger, Radfahrer u.dgl.) derart ändern oder auslösen, dass eine maximale Schutzwirkung für die Personen und das Fahrzeug nach einer Prioritätsschaltung erreicht wird.

Elektronisches Steuersystem für ein Fahrzeug und Verfahren zum Ermitteln mindestens eines vom Fahrer unabhängigen Eingriffs in ein Fahrzeugsystem

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Steuersystem für ein Fahrzeug und ein Verfahren zum Ermitteln mindestens eines vom Fahrer unabhängigen Eingriffs in ein Fahrzeugsystem. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Unfall- und Verletzungsvermeidung durch die Integration der aktiven und passiven Sicherheitsmittel und der aktiven Fahrdynamikregelung in ein elektronisches Steuersystem eines Fahrzeugs.

#### 1. Stand der Technik

Passive Sicherheitssysteme zur Vermeidung von unfallbedingten Verletzungen sind in der Vergangenheit im wesentlichen getrennt und unabhängig von aktiven Sicherheitssystemen zur Vermeidung von Unfällen entwickelt worden.

Bei den ersten entscheidenden Verbesserungen der passiven Sicherheit Mitte der 60er Jahre mit der Sicherheits-Fahrgastzelle, dem Dreipunkt-Gurt bis hin zur späteren Weiterentwicklung der Knautschzone war von einem Durchbruch bei der Verbesserung der aktiven Sicherheit noch nicht zu sprechen. Erst mit der großen Verbreitung des ABS Anfang der 80er Jahre ist die Basis für aktive, elektronische Sicherheitssysteme gelegt worden.

In der Zwischenzeit sind sowohl für die aktive als auch für die passive Sicherheit elektronisch gesteuerte Systeme wie ESP-Fahrdynamikregelungen, ACC, Gurtstraffer und Airbags im Einsatz.

Das ganze Potential der einzelnen Systeme wird allerdings nur dann voll genutzt, wenn die Systeme vernetzt sind und Informationen über den Fahrzustand, das Fahrzeugumfeld und den Fahrer selbst allen Subsystemen zur Verfügung stehen. Der Vernetzungsgedanke ist in einem ersten Schritt im Projekt Verkürzter Anhalteweg (Reduced Stopping Distance RSD, Arbeitstitel „30m Auto“, Continental-Konzern, Dezember 2000) auf dem Gebiet der aktiven Sicherheitssysteme umgesetzt worden. Als Grundlage zur Verkürzung des Bremswegs dient ein spezifischer Bremsreifen, der durch seine bionische Struktur bei Aufprägen einer Bremskraft seine Radaufstandsfläche nicht nur vergrößert, sondern auch für eine homogene Verteilung der Kräfte im Reifenlatsch sorgt. Damit wird die maximal mögliche Verzögerung unter optimalen Straßenverhältnissen auf ca. 1,3 g erhöht. Um dieses hohe Bremsmoment im Notbremsfall auf die Straße übertragen zu können, ist ein Eingriff in die Stoßdämpfer erforderlich, um die bremsstoßinduzierte Nickschwingung in Richtung Aperiodizität abzdämpfen. Dadurch findet das ABS bessere Regelbedingungen vor und kann effizienter wirken. Das mittlere übertragbare Bremsmoment wird durch die minimierten Radlastschwankungen erhöht. Insbesondere beim Schlupfeinlauf am Beginn der Notbremsung kann durch die Vernetzung der verstellbaren Dämpfer mit der ABS-Regelung zielgenauer das Optimum des Radschlupfes eingeregelt werden.

Eine weitere Verkürzung des gesamten Anhaltvorgangs wird durch den schnelleren möglichen Druckaufbau durch die Verwendung ei-

ner elektrohydraulischen Bremsanlage (EHB) umgesetzt. Dabei wird die Betätigung des Bremspedals analysiert und mit Unterstützung durch einen Bremsassistenten (BA) der Druck aus einem Druckspeicher in die Bremsanlage gespeist. Damit lässt sich die Schwellenzeit reduzieren und somit der Weg, der vom Zeitpunkt des ersten Bremspedalkontakts bis zum vollen Aufbau der Bremsleistung zurückgelegt wird, verkürzen.

In der nächsten Verbesserung ist die Vernetzung auf die Einbindung von Umfeldinformationen ausgedehnt worden. Ein 77 GHz Radar- oder ein LIDAR- Abstandssensor aus dem Adaptive Cruise Control (ACC) liefert Abstand und Relativgeschwindigkeit von den Fahrzeugen, die sich vor dem eigenen Fahrzeug befinden. Die komfortorientierte ACC- Regelung nutzt diese Daten, um dem Fahrer ein entspanntes, von Routineaufgaben (Abstandshalten) entlastetes, ermüdungsfreies Fahren zu ermöglichen.

Ein aktiviertes ACC- System erhöht jedoch auch die Sicherheit für einen unaufmerksamen Fahrer. Das ACC erkennt eine gefährliche Situation und leitet eine Fremdbremmung bei kritischem Abstand und Relativgeschwindigkeit bis zum erlaubten Limit von 2 bis 3 m/s<sup>2</sup> ein. Reicht diese Verzögerung nicht aus, um eine Kollision zu vermeiden, wird der Fahrer durch ein Signal gewarnt und zur Übernahme der Bremsung aufgefordert.

Damit wird der Weg, den ein unaufmerksamer Fahrer zurücklegt, bis er die Gefahr erkannt hat und beginnt seinen Fuß auf das Bremspedal umzusetzen, verkürzt.

Diese Reaktionswegverkürzung kann bei der konsequenten Vernetzung von Abstandssensor und Bremsanlage auch dann genutzt werden, wenn das ACC- System abgeschaltet ist. Übernimmt der Fah-

rer in dieser gefährlichen Situation die Bremsung, unterstützt der erweiterte Bremsassistent (BA+) den Fahrer beim weiteren Bremsdruckaufbau.

Aus der DE 198 06 687 A1 ist ein Verfahren zur Verhinderung einer Kollision eines Fahrzeugs mit einem vor dem Fahrzeug angeordneten Objekt bekannt. Dabei werden der Abstand und die Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und Hindernis sowie die Geschwindigkeit und die Beschleunigung bzw. Verzögerung des Fahrzeugs erfasst und abhängig hiervon Kollisionshinweise oder Bremsvorgänge ausgelöst. Dabei soll ein Bremsvorgang nur eingeleitet werden, wenn der erfasste Abstand kleiner als zwei berechnete Abstände ist. Der eine berechnete Abstand gibt einen Mindestabstand wieder, bei dem eine Kollision bei einer maximalen Verzögerung vermieden werden kann, während der andere Abstand ein Vorbeilenken des Fahrzeugs an dem Objekt ermöglichen soll.

Ferner ist aus der WO 03/006289 ein Verfahren zum automatischen Auslösen einer Verzögerung eines Fahrzeugs zur Verhinderung einer Kollision mit einem weiteren Objekt bekannt, bei dem in Abhängigkeit von Radar- oder Lidarsignalen oder Videosignalen Objekte im Kursbereich des Fahrzeugs detektiert sowie Bewegungsgrößen des Fahrzeugs erfasst werden. In Abhängigkeit von dem erkannten Objekt und der Bewegungsgrößen soll ein Gefährdungspotential bestimmt werden. Nach Maßgabe dieses Gefährdungspotentials sollen die Verzögerungsmittel in mindestens drei Zuständen betrieben werden. Darüber hinaus ist eine Verminderung der Folgen einer bevorstehenden Kollision mit einem weiteren Objekt vorgesehen, indem passive oder aktive Rückhaltesysteme aktiviert werden.

## 2. Beschreibung und Vorteile der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches Steuersystem und ein Verfahren zur Verhinderung einer Kollision und/oder zur Verminderung der Folgen einer Kollision mit einem Objekt zu schaffen, welches gegen die Fahrereinschätzung gerichtete Fehleingriffe bzw. Fehlanregelungen vermeidet und dennoch bei gefährlichen Fahrsituationen den Fahrer optimal unterstützt und erforderliche Schutzmaßnahmen veranlasst.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass ein gattungsgemäßes elektronisches Steuersystem für ein Fahrzeug so ausgestaltet wird, dass das Steuersystem einen Fahrerwunschmodul zur Ermittlung von Kenngrößen über einen Fahrerwunsch aus Daten enthält, welche mindestens Pedalwege, Umsetzungsbewegungen zwischen den Pedalen und den Bremsdruck der Bremsanlage wiedergeben und einen Gefahrenrechner zur Ermittlung der Gefahrenpotentiale aus vorgegebenen und aktuellen Fahrzeugdaten und weiteren Daten, wie Umfelddaten und Fahrerdaten, sowie ggf. noch Personendaten innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs und dgl. enthält, wobei der Gefahrenrechner mindestens eine Bewertung der Gefahrenlage des Fahrzeugs und der im Fahrzeug vorhandenen Personen und ggf. noch des Umfelds vornimmt und in Abhängigkeit von der Bewertung und weiterer Kriterien oder Gewichtungen nach Gefahrenpotential gestufte Stelleingriffe zur Steuerung von Aktuatoren an eine Arbitriereinheit ausgibt, die mindestens in Abhängigkeit von einer durch die Stelleingriffe verursachten Beeinflussung der Fahrdynamik des Fahrzeugs eine Bewertung mit den im Fahrerwunschmodul ermittelten Daten bezüglich des Fahrerwunsches vornimmt, und nach Maßgabe des Bewertungsergebnisses die gestuften Stelleingriffe bedingt freischaltet, freischaltet oder sperrt.

Ferner wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass ein gattungsgemäßes Verfahren zum Ermitteln mindestens eines vom Fahrer unabhängigen Eingriffs in ein Fahrzeugsystem so durchgeführt wird, dass in einem Fahrerwunschmodul zur Ermittlung von Kenngrößen über den Fahrerwunsch aus Daten, welche mindestens Pedalwege, Umsetzungsbewegungen zwischen den Pedalen und den Bremsdruck der Bremsanlage wiedergeben, ein Fahrerwunsch ermittelt wird und in einem Gefahrenrechner aus vorgegebenen und aktuellen Fahrzeugdaten und weiteren Daten, wie Umfelddaten und Fahrerdaten, sowie ggf. noch Personendaten innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs und dgl. Gefahrenpotentiale ermittelt werden, wobei der Gefahrenrechner mindestens eine Bewertung der Gefahrenlage des Fahrzeugs und der im Fahrzeug vorhandenen Personen und ggf. noch des Umfelds vornimmt und in Abhängigkeit von der Bewertung und weiterer Kriterien oder Gewichtungen nach Gefahrenpotential gestufte Stelleingriffe zur Steuerung von Aktuatoren an eine Arbitriereinheit ausgibt, die mindestens in Abhängigkeit von einer durch die Stelleingriffe verursachten Beeinflussung der Fahrdynamik des Fahrzeugs eine Bewertung mit den im Fahrerwunschmodul ermittelten Daten bezüglich des Fahrerwunsches vornimmt, und nach Maßgabe des Bewertungsergebnisses die gestuften Stelleingriffe bedingt freischaltet, freischaltet oder sperrt.

Mit dem erfindungsgemäßen Steuerungssystem und dem erfindungsgemäßen Verfahren werden in einer tatsächlichen und/oder vermeintlichen Unfallsituation Daten, die aus vorgegebenen und aktuellen Fahrzeugdaten, Umfelddaten und Fahrerdaten, sowie weiteren Daten, wie ggf. noch Personendaten innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs und dgl. in einem Gefahrenrechner Gefahrenpotentiale für Personen innerhalb und/oder außerhalb des Fahrzeugs und des Fahrzeugs bzw. von Objekten ermittelt. Weiterhin



werden in einem Fahrerwunschmodul aus Pedalwegen, Umsetzungsbewegungen zwischen den Pedalen und Bremsdrücken der Bremsanlage und weiteren Größen bzw. Zuständen, wie z.B. Lenkwinkeländerungen, Gaspedalwegen, Bremsleuchten An/Aus und/oder Ableitungen der vorstehenden Daten und Größen der Fahrerwunsch ermittelt. Als wesentliche Fahrerwünsche können sich eine Beschleunigung oder Verzögerung und/oder eine Fahrtrichtungsänderung ergeben. Aus der Korrelation der Daten, die den Fahrerwunsch wiedergeben und den Gefahrenpotentialen, werden in dem Gefahrenrechner ermittelte Stelleingriffe für die Aktuatoren eines Fahrzeugs in einer Arbitriereinheit bedingt freigeschaltet, freigeschaltet oder gesperrt.

Unter bedingter Freischaltung werden Stelleingriffe von ausgewählten Aktuatoren verstanden, während vom Gefahrenrechner gleichzeitig ausgegebene Stelleingriffe von anderen Aktuatoren gesperrt bzw. unterdrückt werden.

Durch die Einschätzung bzw. Bewertung der Gefahr für Personen und Objekte und der Korrelation dieser Einschätzung bzw. Bewertung mit dem tatsächlichen Wunsch des Fahrers bezüglich seines Fahrverhaltens in der eingeschätzten bzw. bewerteten Gefahrensituation können aus aktuellen Fahrsituationen mit Gefahrenpotential erzeugte Stelleingriffe für Aktuatoren regelungstechnisch unterdrückt, modifiziert bzw. anteilig freigeschaltet (z.B. ein Stelleingriff in die Bremsen von 40 bar wird auf einen Bremsdruck von 20 bar reduziert) oder freigeschaltet werden. Die Einschätzung der Gefahrensituation durch den Gefahrenrechner wird „fahreradaptiv“ gestaltet, so dass in Abhängigkeit von dem ermittelten Gefahrenpotential und von dem Fahrerwunsch die Stelleingriffe ausführt, gesperrt oder verändert werden.

Hierbei können Stelleingriffe nur in Abhängigkeit von dem Gefahrenpotential freigeschaltet werden, ohne mit dem Fahrer-

wunsch abitriert zu werden. Dabei ist ein Kriterium für die „Nichtberücksichtigung“ des Fahrerwunsches der Einfluß auf die Fahrdynamik dieses Eingriffs.

Vorteilhaft werden in dem Gefahrenrechner verschiedene Gefahrenpotentiale ermittelt und zur Bildung der Stelleingriffe zweckmäßig kombiniert, wobei ein Gefahrenpotential aus einem Fuzzysystem berechnet wird. Die Stelleingriffe werden dann mit dem Fahrerwunsch abgeglichen, was zweckmäßig in einem Zustandsautomaten realisiert wird. Um die komplexe Fahrsituation umfassend bewerten zu können, werden Gefahrenpotentiale im Hinblick auf unterschiedliche Anwendungsbereiche gebildet. Die Gefahrenpotentiale unterscheiden sich in allgemeine Potentiale und spezielle Potentiale. Unter einem allgemeinen Gefahrenpotential versteht man aktuatorunabhängige, wie Gefahrenpotentiale aus Umfeldinformationen und Fahrzeugdaten, die die längsdynamische Kritikalität der Fahrsituation bewerten.

Unter einem speziellen Gefahrenpotential versteht man aktuatorspezifische, wie ein Gefahrenpotential das aufgrund von Sensorinformationen, Fahrzeugdaten und aktuatorspezifischen Kenngrößen, wie Aktivierungszeiten, die Fahrsituation bewertet.

Der Gefahrenrechner, dessen Eingang vorgegebene Fahrzeugdaten, Umfelddaten, aktuelle Fahrzeug- und Fahrerdaten, Personendaten innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs und dgl. zugeführt werden, nimmt dabei eine Bewertung der Gefahrenlage des Fahrzeugs und der im und außerhalb des Fahrzeugs vorhandenen Personen vor. In Abhängigkeit von der Bewertung und ggf. weiterer Kriterien oder Gewichtungen gibt der Gefahrenrechner gestufte Stelleingriffe bzw. Ansteuersignale aus, die Aktuatoren steuern, die das Fahrverhalten des Fahrzeugs und/oder den Insassenschutz

und/oder haptische und/oder optische und/oder akustische Gefahren-Rückmeldungen und/oder weitere reversible/nicht reversible Verstellaktuatorik und/oder Schutzmittel für weitere Verkehrsteilnehmer (Fussgänger, Radfahrer u.dgl.) derart ändern oder auslösen, dass eine maximale Schutzwirkung für die Personen und das Fahrzeug nach einer Prioritätsschaltung erreicht wird

Die Prioritätsschaltung legt dabei in Abhängigkeit von dem ermittelten Gefahrenpotential und anderen Kenngrößen fest, wie die gestuften Stelleingriffe priorisiert werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Vorteilhafterweise werden die Umsetzungsbewegung zwischen dem Gas- und dem Bremspedal aus Gaspedalweginformationen und der Bremslichtinformation als Eingangsgrößen des Fahrerwunschmoduls ermittelt. Dabei wird aus diesen zwei Eingangsgrößen die Umsetzzeit zwischen den Pedalen ermittelt.

In dem Fahrerwunschmodul wird aus den Daten mindestens ein Bremswunsch ermittelt und der nachgeschalteten Arbitriereinheit zur Verfügung stellt. Neben dem Bremswunsch wird zweckmäßig aus weiteren Daten einen Lenkwunsch und/oder Beschleunigungswunsch in dem Fahrerwunschmodul ermittelt und der nachgeschalteten Arbitriereinheit zur Verfügung gestellt.

Dem Gefahrenrechner werden zur Ermittlung des Gefahrenpotentials Eingangsdaten von Fahrzeugsystemen, wie Umfeldsystemen, Sitzverstellungen, Gurtstraffern, Pedalwegsensoren und/oder Fahrdynamikregelsystemen (ESP, ABS, ACC, BA) u.dgl. zur Verfü-

gung gestellt. Erfindungsgemäß berechnet der Gefahrenrechner aus Daten, die mindestens die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die Fahrzeuglängsbeschleunigung, die Fahrzeugquerbeschleunigung, die Abstände zu relevanten Objekten im Nah- und/oder Fernbereich, die Relativgeschwindigkeit zu relevanten Objekten im Nah- und/oder Fernbereich und/oder deren Ableitungen sowie Zustandsinformationen über Fahrdynamikregler, wie ABS, HBA, ESP u.dgl., wiedergeben, Gefahrenpotentiale, die mindestens in Abhängigkeit von ermittelten längsdynamischen und/oder querdynamischen Gefahrenkenngrößen in ihrer Wirkung gestufte, vom ermittelten Gefahrenpotential abhängige Stellgrößen für die Bremsen, die reversiblen Insassenschutzmittel und die Relativposition zwischen Insassenschutzmitteln und Fahrzeuginsassen verändernden Verstellvorrichtungen erzeugt.

Mittels dem Umfeldssystem kann der Gefahrenrechner gezielt mit den Informationen der Abstandssensorik neben den aktiven Sicherheitssystemen auch die passiven Sicherheitsmaßnahmen konditionieren. Die nicht reversiblen Insassenschutzmittel werden dabei vorkonditioniert, d.h. es werden zusätzliche Informationen vom Gefahrenrechner zur Verfügung gestellt. Diese Informationen können zur Veränderung der Aktivierungsschwellen verwendet werden. Das Verletzungsrisiko der Insassen wird reduziert, die Unfallschwere und Häufigkeit sinkt.

Mit der Entwicklung eines Precrash- Sensors (Closing Velocity - CV) bzw. der Integration der CV-Funktion in einen Radar- und/oder Infrarot-Sensor, wird die Zeit vor dem Unfall genutzt, um die zu erwartende Unfallschwere und geschätzte Aufprallrichtung bei der Eingriffsstrategie der Aktuatoren, wie z.B. die Auslösestrategie der Airbags, mit einzubeziehen. Neben der Verbesserung des Insassenschutzes dient der CV-Sensor auch zur De-

tektion von Fußgängern. Er bietet die Möglichkeit zusammen mit einer zusätzlichen Plausibilisierung über low-g Beschleunigungsaufnehmer (Satelliten) einen Schutz für Fußgänger zu realisieren.

Der Gewinn an Sicherheit durch das elektronische Steuersystem und das Verfahren lässt sich durch die Vernetzung der Komponenten und durch die zentrale Auswertung der Unfallwahrscheinlichkeit mit den Informationen der vernetzten Systeme erzielen. Dem Steuersystem und dem Verfahren liegt die Grundidee des Datenaustauschs unter Sicherheitssystemen zugrunde, die Informationen über den Fahrer, das Fahrzeug und das Fahrzeugumfeld haben. Dabei wird nicht nur ein Mehrwert für den Fahrer angestrebt, neue Funktionen mit vorhandenen Komponenten zu realisieren, sondern auch Kosten durch die Vernetzung der vorhandenen Komponenten reduziert.

Der zentrale und vernetzende Part der Software stellt der Gefahrenrechner dar, bei dem alle Daten im Fahrzeug zusammenlaufen. Dort werden die Umfeldinformationen fusioniert und alle Daten analysiert. Die Umfeld-Datenfusion kann nach einer bevorzugten Ausführung auch in einem separaten Modul erfolgen, das dem Gefahrenrechner vorgeschaltet ist und ihm fusionierte Umfelddaten als relevante Daten für ein Sicherheitssystem zur Verfügung stellt. Für die aktuelle Fahrsituation wird ein Gefahrenpotential ermittelt, das die momentane Unfallwahrscheinlichkeit widerspiegelt. Bei steigendem Gefahrenpotential werden dann stufenweise Maßnahmen eingeleitet, angefangen von Informationen und Warnungen für den Fahrer bis zur Aktivierung von reversiblen Rückhaltesystemen.

Ein wesentlicher Beitrag dazu liefert die Umfeldsensorik. Sie ermöglicht den sinnvollen Einsatz von reversiblen Maßnahmen zur passiven Sicherheit.

Ein weiterer Schritt in Richtung mehr Sicherheit wird mit der Einführung von bildverarbeitenden Kamerasystemen vollzogen. Damit wird erstmals neben der Objektdetektion auch eine Klassifizierung der Objekte möglich. Kombinierte Brems- und Lenkeingriffe werden den Fahrer bei der Unfallvermeidung unterstützen.

Eine Erhöhung der passiven Sicherheit und eine Minimierung des Verletzungsrisikos für die Fahrzeuginsassen wird durch die Ansteuerung der elektrischen Sitzverstellung aus dem Gefahrenrechner heraus erzielt. Es wird gezielt dem Submarining entgegengewirkt; ebenso wird ein nicht optimaler Abstand des Beifahrers zum Airbag korrigiert. Zur erforderlichen Ansteuerung bezieht der Gefahrenrechner seine Informationen zur Fahrsituation im einfachsten Fall aus den Regelzuständen der verbauten aktiven Sicherheitssystemen wie ESP, BA und Active Rollover Prevention (ARP).

Darüber hinaus kann der Gefahrenrechner zur weiteren Verbesserung der passiven Sicherheit in Abhängigkeit von dem ermittelten Gefahrenpotential Stellgrößen zum Schließen von Fahrzeugöffnungen erzeugen. Vorzugsweise werden die Fenster und das Schiebedach bei einem drohenden Unfall geschlossen. Steigt das Gefahrenpotential weiter und steht ein Crash unmittelbar bevor, so werden die Fahrzeuginsassen über einen elektromotorischen, reversiblen Gurtstraffer gesichert und positioniert. Sie nehmen durch die reduzierten Gurtlose früher an der Fahrzeugverzögerung teil. Ebenso sinkt das Risiko der Insassen verletzt zu werden weiter.

Vorteilhaft vorgesehen sind optische und/oder haptische Warn- und/oder Führungshinweise bzw. Handlungsanweisungen zum Warnen und/oder Leiten des Fahrers zu einer an die aktuelle Fahrzeug-situation angepassten Fahrerreaktion. Die Warnhinweise erfolgen vorzugsweise mittels eines vibrierenden Pedals und/oder Sitzes und/oder einer Anzeige.

Die Führungshinweise werden mittels einer veränderten Bedienkraft an mindestens einem Pedal und/oder der Lenkhandhabe gegeben, so dass der Fahrer über die zu- oder abnehmende Bedienkraft zu situationsgerechter Fahrzeugführung veranlasst wird.

Die eigentlichen Funktionen des Gefahrenrechners bestehen im wesentlichen in der

1. Berechnung fahrdynamischer Kennzahlen
2. Berechnung von Gefahrenpotentialen
3. Berechnung der Ansteuersignale (allgemeingültige Größe - nicht das eigentliche Aktuatoransteuersignal) aufgrund der Gefahrenpotentialen.

Es wird also eine abstrakte Ebene definiert, die die Situation in geeigneter Weise bewertet. Diese Ebene wird durch die Gefahrenpotentialen realisiert. Das Gefahrenpotential ist eine dimensionslose Größe im Bereich zwischen 0 und 100. Je größer das Gefahrenpotential ist, je gefährlicher ist auch die Situation. Die Aktuatoren werden lediglich aufgrund von Schwellenwertabfragen der Gefahrenpotentialen angesteuert. Dabei können mehrere Gefahrenpotentialen kombiniert werden, um einen Aktuator zu aktivieren. Dies bedeutet, dass die Zustandsbewertung zunächst nicht die Auswahl bzw. die Betätigungsdosierung der Aktuatoren beinhaltet. Dabei wird eine bestimmte Situation durch mehrere Gefahrenpotentialen bewertet. Dies lässt eine umfangreichere Bewertung der Situation zu. Es gibt Gefahrenpotentialen, die unab-

hängig von der Aktuatorik die Situation bewerten. So kann es beispielsweise ein Gefahrenpotential geben, das den längsdynamischen Fahrzustand bewertet. Entsprechend gibt es ein allgemeingültiges Gefahrenpotential, das den querdynamischen Fahrzustand beschreibt. Im Gegensatz zu diesen allgemeingültigen Gefahrenpotentialen gibt es auf bestimmte Aktuatoren zugeschnittene spezielle Gefahrenpotentiale. Diese Gefahrenpotentiale tragen der Tatsache Rechnung, dass unterschiedliche Aktuatoren auch unterschiedliche Aktivierungszeiten haben. Das bedeutet, dass die selbe Situation für einen Aktuator mit langer Aktivierungszeit vergleichsweise kritischer ist als für einen mit kurzer.

Es gibt also allgemeingültige und speziell auf Aktuatoren zugeschnittene Gefahrenpotentiale.

Die in dem elektronischen Steuersystem vorgesehene Arbitrierreinheit weist vorzugsweise einen Zustandsautomaten auf, der das Verhalten des Fahrers anhand von Größen, die den Gaspedalweg, die Gaspedalgeschwindigkeit und die Umsetzzeit zwischen Gas- und Bremspedal und/oder den Zustand (An/Aus) des Bremslichts und/oder gemessene und/oder berechnete Bremsdrücke der Bremsanlage und/oder der Fahrzeugbeschleunigung und/oder deren Ableitungen wiedergeben in Korrelation zu einem von dem Gefahrenpotentialen abhängigen Ansteuergrößen arbitriert und in Abhängigkeit von dem Ergebnis Bremsdruckvorgaben des Gefahrenrechners freischaltet. In Abhängigkeit von der Entwicklung des Gefahrenpotentials (Wert und/oder Gradient) kann der Stelleingriff, wie der Bremseneingriff, auch autonom, d.h. gegen den Fahrerwunsch, stattfinden. Der autonome Stelleingriff, wie Bremseneingriff, ist dabei bzgl. dem Wert der Stellgröße, wie dem Bremsdruck, begrenzt.



In Abhängigkeit von dem Zustand der Arbitriereinheit werden dann Stelleingriffe für die Verzögerungseinrichtungen des Fahrzeugs zur Verfügung gestellt, die verschiedene Bremsdruckanforderungen beinhalten, die von einer Vorbefüllung der Bremsanlage zur Verringerung der Ansprechzeit bis zur maximalen Bremsdruckeinstellung reichen.

Hierzu wertet der Zustandsautomat das Verhalten des Fahrers aus und schaltet davon abhängig Bremsdruckvorgaben des Gefahrenrechners frei. Ausgewertet wird im wesentlichen die Fußbewegung des Fahrers. Diese lässt Rückschlüsse darüber zu, als wie gefährlich der Fahrer die gleiche Situation einschätzt bzw. ob er überhaupt eine kritische Situation erkannt hat. Erst wenn der Fahrer diese kritische Situation bestätigt, wird Fahrer unabhängig Bremsdruck aufgebaut. Es werden dabei vier Stufen unterschieden:

1. **not supported**: Der Fahrer zeigt durch einen positiven zeitlichen Gradienten auf dem Gaspedal an, beschleunigen zu wollen. Auch wenn der Gefahrenrechner eine kritische Situation detektiert, wird in diesem Zustand kein Bremsdruck autonom aufgebaut  $p_{max} = 0$ bar.

2. **prefill**: Dieses Niveau definiert einen Zustand bei dem der Verzögerungswunsch des Fahrers nur eingeschränkt bestimmt werden kann oder noch nicht vorhanden ist. In diesem Zustand muss der Fahrer das Gaspedal berühren. Es gibt zwei unterlagerte Zustände:

a) **prefill 1**: Das berechnete Gefahrenpotential hat einen zeitlichen Gradienten der oberhalb einer definierten Schwelle liegt. Der Fahrer verändert seine Gaspedalstellung nicht. Diese

Situation wird interpretiert als extreme Verschärfung der Gefahrensituation, so dass auch ohne aktive Bestätigung des Fahrers ein Bremsdruck von maximal  $p_{1max} = k_1$  bar zugelassen wird. Dies führt zu einem Anlegen der Bremsbeläge ohne merkliche Verzögerung des Fahrzeugs.

b) **prefill 2:** Bestätigt der Fahrer die kritische Situation indem er das Gaspedal verlässt (negativer zeitlicher Gradient auf dem Gaspedal) wird ein maximaler Bremsdruck von  $p_{2max} > p_{1max}$  zugelassen. Dies führt zu einer leichten Verzögerung des Fahrzeugs von 0,1 bis 0,2g.

3. **prebrake:** In diesem Zustand hat der Fahrer weder Gas- noch Bremspedal betätigt. Deshalb wird dieser Zustand als eingeschränkter Verzögerungswunsch interpretiert. Die maximale Verzögerung wird somit auf ungefähr das gesetzlich erlaubte Niveau angehoben (0.3g), so dass ein maximaler Bremsdruck von  $p_{3max} > p_{2max}$  zustande kommen kann.

4. **extended brake assist:** Mit dem Übergang in diesen Zustand bestätigt der Fahrer seinen Verzögerungswunsch indem er das Bremspedal betätigt. Sind nun noch weitere Bedingungen erfüllt, wird abhängig vom Grad dieser Erfüllung der vom Gefahrenrechner vorgegebene Bremsdruck freigeschaltet.

Diese Bedingungen gliedern sich wie folgt:

Aus

a) dem zeitlichen Verlauf des Bremsdrucks und der Bremslichtinformation und

b) dem zeitlichen Verlauf des Gefahrenpotentials

wird eine Notsituation abgeleitet. Wird diese erkannt, wird der vom Gefahrenrechner berechnete Bremsdruck vollständig als Sollwert an die Bremsanlage weitergeleitet. Der Fahrer erhält maxi-

male Unterstützung. Wird hingegen keine Notsituation erkannt wird eine Kennzahl ermittelt, die den Grad des Bremswunsches des Fahrers repräsentiert. Dieser Faktor besteht aus drei Anteilen, die in einem bestimmten Gewichtungsverhältnis eingehen.

a) Verhältnis von Bremspedalweg zum Maximum des Bremspedalweges, der abhängig vom Druck in der Anlage ist (repräsentiert durch den Radbremsdruck) oder Verhältnis von Bremsdruck zum Maximum des Bremsdrucks der Bremsanlage. Dies ist notwendig, da der Fahrer den Bremsdruck in der Anlage spürt, falls diese vorgefüllt sein sollte.

b) Verhältnis von Bremspedalgeschwindigkeit zum Maximum der Bremspedalgeschwindigkeit oder Verhältnis von Bremsdruckänderung zum Maximum der Bremsdruckänderung. Dieses Maximum ist näherungsweise unabhängig vom Grad der Anlagenvorfüllung.

c) Faktor der die Umsetzzeit vom Gas- auf des Bremspedal bewertet.

Der Fahrer erhält in diesem Zustand durch Freischaltung des Bremsdruckes der im Gefahrenrechner ermittelt wird, eine an die Situation angepasste Bremsunterstützung.

Die konkrete Ausgestaltung hängt von der Ausstattung des Fahrzeugs ab. Das elektronische Steuersystem und das Verfahren zum Betreiben des Steuersystems ist daher bevorzugt modular aufgebaut, so dass Module für die aktiven Sicherheitssysteme ABS, ESP, TCS u.dgl. und der Gefahrenrechner parallel und separat Verzögerungsanforderungen und weitere Stelleingriffe berechnen können.

### 3. Technische Vorteile der Erfindung

- Hinzuziehung weiterer Eingangsgrößen, um weitere Gefahrenpotentiale zu ermitteln, die die Bewertung der Gefahrensituation verbessern und genauer beschreiben
- Erweiterbarkeit für weitere Ansteuerung neuer Aktuatoren, durch Einführung neuer oder Verwendung bekannter Gefahrenpotentiale
- Freischaltung der durch den Gefahrenrechner (virtueller Beifahrer) ermittelten Stelleingriffe abhängig von der Situationsbewertung des Fahrers und/oder weiterer Größen zur Bewertung der aktuellen Verkehrssituation wie z.B. Fahrzeug-Fahrzeug Kommunikation. Damit wirken sich Fehler in der Sensorik nicht maßgeblich auf das Systemverhalten aus oder werden in der Auswirkung beschränkt.
- Der Fahrer stellt eine Plausibilisierung für die vom Gefahrenrechner angeforderten Stelleingriffe dar.

#### 4. Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

- Fig. 1 eine Zustandsdarstellung über die Vernetzung der aktiven und passiven Fahrzeugsysteme mit dem elektronischen Steuersystem nach der Erfindung
- Fig. 2 ein Blockschaltbild der Systemstruktur des elektronischen Steuersystems
- Fig. 3 eine vereinfachte kategorisierte Darstellung der Differenz zwischen Soll- und Istabstand zu Verkehrsteilnehmern

- Fig. 4 eine Kategorisierung der Stelleingriffe (Ausgangsgrößen) mit Hilfe von Zugehörigkeitsfunktionen (MF: Membership- Funktion, im Beispiel werden Singletons verwendet).
- Fig. 5 eine schematische Darstellung der Regelbasis für den Stelleingriff Sollverzögerung  $a_{soll}$  in Abhängigkeit von Soll-, Istabstand und Relativgeschwindigkeit
- Fig. 6 eine schematische Darstellung der Zustandsübergänge prefill, prbrake, extended brake assist
- Fig. 7 eine schematische Darstellung der Zustandsübergänge prefill
- Fig. 8 eine schematische Darstellung über die Aktivierung eines Gurtstraffers
- Fig. 9 eine schematische Darstellung einer sigmoidalen Übergangsfunktion

#### 5. Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt das mit dem elektronischen Steuersystem 20 vernetzte Gesamtsystem eines Fahrzeugs. In dem Steuersystem 20 wird anhand der Eingangssignale des ABS/ESP Bremssystems 11, des Umfeldsensorsystems 12, der elektrischen Sitzverstellung 13, der Gurtstraffer 19 und den daraus resultierenden gemessenen oder abgeleiteten internen und/oder externen Signalgrößen in einem Gefahrenrechner 10 (Fig. 2) von Gefahrenpotentialen abhängige Stelleingriffe berechnet. Die Ermittlung von Stelleingriffen für Aktuatoren basiert auf den folgenden Eingangsgrößen der mit dem Steuersystem 20 vernetzten Fahrzeugeinheiten:

1. Aus dem ABS/ESP Bremssystem 11 werden die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung, die Fahrzeugquerbeschleunigung, der Lenkwinkel, der Radbrems-

druck, der Bremsdruck im Tandem-Hauptzylinder, die Gangwahlstufe, das ESP Zusatzgiermoment und die Statussignale von Bremslichtschalter, Gaspedalweg und der Zustände des ABS, ESP, HBA ermittelt und dem elektronischen Steuersystem 20 zur Verfügung gestellt.

2. Aus dem Umfeldsensordsystem 12 werden der Abstand zum relevanten Objekt von einem Fernbereichssensor, die Relativgeschwindigkeit zum relevanten Objekt von einem Fernbereichssensor, die Relativbeschleunigung zum relevanten Objekt von einem Fernbereichssensor und die Statussignale relevantes Objekt vom Fernbereichssensor gültig und ggf. Informationen über den Typ des erkannten relevanten Objekts (z.B. Fußgänger, LKW u.dgl.) und dessen Zustand (steht, bewegt sich u.dgl.) dem Steuersystem 20 zur Verfügung gestellt.
3. Von der elektrischen Sitzverstellung 13 werden die Statussignale über die Sitzbelegung des Fahrersitzes und des Beifahrersitzes dem Steuersystem zur Verfügung gestellt.
4. Von der Steuerung der Gurtstraffer 14 werden die Statussignale über die Belegung der Gurtschlösser des Fahrer- und Beifahrersitzes dem Steuersystem zur Verfügung gestellt.

Wie der Figur 1 weiter zu entnehmen ist, ist das elektronische Steuersystem 20 weiterhin mit der Airbagsteuerung 15, einem haptischen Fahrpedal 16, der Steuerung der Fensterheber und des Schiebedachs 17 und der Anzeige 18 des Fahrzeugs vernetzt.

Figur 2 zeigt die Struktur des elektronischen Steuersystems 20. Dieses sieht eine Signalkonditionierung 21 vor, in die die Daten/Signale vom Fahrzeug 23, dem Fahrer 24 und der Umwelt 22 eingelesen werden. Die Signale werden anschließend konditio-

niert, so dass sie in der entsprechend richtigen Einheit zur Verfügung stehen. Außerdem kann eine Sensorfusion zwischen Fern- und Nahbereichssensor stattfinden, so dass die folgenden Softwaremodule 10, 28, 29 nur noch das fusionierte Sensorsignal als Abstands-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungssignal verwenden. Es ist ein einheitliches konsistentes Bild der Umwelt vorhanden. Dieses fusionierte Signal stellt demnach die relevante Objektliste (Abstand, Typ, Relativgeschwindigkeit...) dar, auf das der Gefahrenrechner 10 reagiert. Weiterhin ist mit der Signalkonditionierung 21 ein Modul 29 zur Erfassung des Fahrerwunsches verbunden. Hier werden spezifische Kenngrößen, wie Umsetzzeit zwischen den Pedalen, Fahrerwunschverzögerung u.dgl., von Eingangsgrößen abgeleitet, die den Fahrerwunsch im Hinblick auf die Führung des Fahrzeugs beschreiben.

In dem mit der Signalkonditionierung 21 verbundenen Gefahrenrechner 10 erfolgt die Bestimmung der Unfallwahrscheinlichkeit auf Basis der Eingangsdaten mit dem Ziel, die im Fahrzeug vorhandene Aktuatorik anzusteuern.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform können folgende Daten als Eingangsgrößen verwendet werden, um die aktuelle Gefahrensituation (Gefahrenpotential und -richtung) zu ermitteln:

- Abstandsinformationen von Objekten (wie Fahrzeugen, stehende Hindernisse, u.dgl.) in Fahrzeugkoordinaten und relativ zum vorhergesagten Fahrschlauch der eigenen Fahrtrajektorie, deren Relativgeschwindigkeiten z.B. mittels Abstandssensorik oder mittels Erweiterung durch Nahbereichssensorik, insbesondere einer Precrash-Sensorik
- Sichtweitenabschätzung z.B. aus Abstandssensorik

- Kontaktsensorik am Fahrzeug (z.B. Glasfaser für Kontaktkraft, Beschleunigungssensoren) zur Ermittlung z.B. eines Fußgänger Crashes
- Klassifizierung der detektierten Objekte (Fußgänger, Ausdehnung der Objekte,..) z.B. mit Kamera und Bildverarbeitung
- Informationen über den Straßenverlauf (Geometriedaten, Kurvenradien, Spurbreite, Spuranzahl,...), Verkehrsrichtzeichen und -vorschriftszeichen
- Telematikinformationen (Staumeldungen via TMC oder GSM, Straßenzustandsinformationen,..)
- Fahrdynamiksensoren und Modelle zur Ermittlung des Fahrzeugzustands aus Radgeschwindigkeit, Gierrate, Längsbeschleunigung, Querbeschleunigung, Lenkwinkel, Lenkwinkelgeschwindigkeit, Schwimmwinkel, ESP Zusatzmoment und/oder Reibwert.)
- Betätigungszustände der Bedieneinrichtungen im Fahrzeug
- Sensoren zur Insassenerfassung und Klassifizierung (z.B. OOP, Kindersitzerkennung, Fahrerzustand wie Müdigkeit,...)
- Informationen über den potentiellen Kraftschlussbeiwert

### 5.1 Beschreibung der Funktion des Gefahrenrechners

Der Gefahrenrechner 10 führt im wesentlichen drei Verfahrensschritte durch.

Diese sind die

1. Berechnung fahrdynamischer Kennzahlen (Time to Collision ttc, Notwendige Verzögerung um eine Kollision zu verhindern,



resultierende Fahrzeugbeschleunigung, Geschwindigkeit des Voraufahrzeuges oder Objektes)

2. Berechnung von Gefahrenpotentialen

3. Berechnung der Ansteuersignale (allgemeingültige Größe - nicht das eigentliche Aktuatoransteuersignal) aufgrund der Gefahrenpotentiale.

Es wird dabei eine abstrakte Ebene definiert, die die Situation in geeigneter Weise bewertet. Diese Ebene wird durch die Gefahrenpotentiale realisiert. Das Gefahrenpotential ist eine dimensionslose Größe im Bereich zwischen 0 und 100. Je größer das Gefahrenpotential ist, je gefährlicher ist auch die Situation. Die Aktuatoren werden lediglich aufgrund von Schwellwertabfragen der Gefahrenpotentiale angesteuert. Dabei können mehrere Gefahrenpotentiale kombiniert werden, um einen Aktuator zu aktivieren. Dies bedeutet, dass die Zustandsbewertung zunächst nur eingeschränkt (siehe später spezielle Gefahrenpotentiale) bzw. nicht (siehe später allgemeingültige Gefahrenpotentiale) die Auswahl bzw. die Betätigungsdosierung der Aktuatoren beinhaltet. Aus den Ausführungen wird deutlich, dass eine bestimmte Situation durch mehrere Gefahrenpotentiale bewertet wird. Dies lässt eine umfangreichere Bewertung der Situation zu. Es gibt Gefahrenpotentiale, die unabhängig von der Aktuatorik die Situation bewerten. So kann es beispielsweise ein Gefahrenpotential, das den längsdynamischen Fahrzustand bewertet. Entsprechend gibt es ein allgemeingültiges Gefahrenpotential, das den querdynamischen Fahrzustand beschreibt.

Im Gegensatz zu diesen allgemeingültigen Gefahrenpotentialen gibt es auf bestimmte Aktuatoren zugeschnittene spezielle Gefahrenpotentiale. Diese Gefahrenpotentiale tragen der Tatsache Rechnung, dass unterschiedliche Aktuatoren auch

unterschiedliche Aktivierungszeiten haben. Das bedeutet, dass die selbe Situation für einen Aktuator mit langer Aktivierungszeit vergleichsweise kritischer ist als für einen mit kurzer. Es gibt zwei unterschiedliche Gruppen von Gefahrenpotentialen:

1. aktuatorunabhängige, allgemeingültige Gefahrenpotentiale
2. aktuatorabhängige, spezielle Gefahrenpotentiale

#### 5.1.1 Beschreibung der Gefahrenpotentiale

Das Gefahrenpotential ist eine dimensionslose Größe im Bereich zwischen 0 und 100. Es beschreibt die Gefahr einer bestimmten Situation. Dabei bedeutet ein Gefahrenpotential von 0 keine Gefahr und eines von 100 sehr große Gefahr. Ein Gefahrenpotential von 100 bedeutet nicht, dass es zwangsläufig zu einem Unfall kommt. Wann das Gefahrenpotential die Werte 0 bzw. 100 erreicht ist nicht allgemeingültig definiert und deshalb individuell für den Anwendungsfall definierbar. Abhängig von den im Steuersystem definierten Gefahrenpotentialen werden die Aktuatoren (z.B. Bremse, rev. Gurtstraffer, Sitzverstellung, etc.) angesteuert.

Dabei werden einzelne Gefahrenpotentiale kombiniert und zur Ansteuerung eines Aktuators verwendet.

Die Aktivierung und der Grad dieser Aktivierung wird durch eine Schwellwertabfrage des Gefahrenpotentials bzw. der Gefahrenpotentiale gewährleistet.

#### 5.1.2 aktuatorunabhängige, allgemeingültige Gefahrenpotentiale

##### 5.1.2.1 längsdynamisches Gefahrenpotential, abhängig von Umfeldsensorinformationen aus dem Umfeldsensordatenbank

12(dp\_xdyn\_sen)

Die Bewertung der längsdynamischen Fahrsituation wird über ein längsdynamisches Gefahrenpotential realisiert unter der Bedingung, dass die Geschwindigkeit größer als eine Mindestgeschwindigkeit

ist. Dies wird mit einem Fuzzy-Inferenz-System realisiert. Fuzzy-Logik ermöglicht es, menschliche Verhaltensweisen oder menschliches Kausalwissen zu mathematisieren und damit durch Rechner imitierbar zu machen. Danach wird die Verkehrssituation und der Fahrzustand mit Hilfe von Zugehörigkeitsfunktionen klassifiziert. So wird als erste Eingangsgröße die Differenz zwischen Soll- und Istabstand bezogen auf den Sollabstand  $sx\_rel\_des$  bewertet.

$$\frac{sx\_rel\_des - sx\_rel}{sx\_rel\_des} \quad (5.1)$$

Der Sollabstand hängt dabei funktional von der eigenen Fahrgeschwindigkeit  $vx$  ab und wird nach der Beziehung

$$sx\_rel\_des = sx\_rel\_desmin + t\_ttc\_des * vx \quad (5.2)$$

mit

$sx\_rel\_des$  = Sollabstand  
 $sx\_rel\_desmin$  = Mindestsollabstand  
 $t\_ttc\_des$  = Zeit bis zum Unfall  
 $vx$  = Fahrgeschwindigkeit in Längsrichtung  
 ermittelt.

Die Relativgeschwindigkeit als zweite Eingangsgröße wird ebenso durch entsprechende Zugehörigkeitsfunktionen kategorisiert. Die Ausgangsgröße - also das längsdynamische Gefahrenpotential - wird ebenso mit Hilfe von Zugehörigkeitsfunktionen (zweckmäßi-

gerweise werden Singletons (Fig. 4) verwendet) kategorisiert. Figur 3 zeigt die Zugehörigkeitsfunktionen für die erste Eingangsgröße, d.h. für die Differenz zwischen Soll- und Istabstand  $s_{x\_rel}$  bezogen auf den Sollabstand  $s_{x\_rel\_des}$ . Diese Eingangsgröße wird mit Hilfe von sechs Zugehörigkeitsfunktionen klassifiziert.

Diese so bewerteten Eingangsgrößen werden mit Hilfe von einfach formulierbaren logischen Verknüpfungen,

„wenn..., dann...“

Beziehungen (Regeln) ausgewertet und ergeben dann für jede einzelne Regel, je nach Erfüllungsgrad einen Anteil am gesamten Gefahrenpotential. Das resultierende Gefahrenpotential ergibt sich aus der Akkumulation der einzelnen Teilimplikationen.

Figur 5 zeigt beispielhaft die Regelbasis, die sich aufgrund der Auswertung des Fuzzy-Systems ergibt. Aufgetragen ist das längsdynamische Gefahrenpotential als Funktion der Eingangsgrößen Relativgeschwindigkeit und der Differenz zwischen Soll- und Istabstand bezogen auf den Sollabstand.

#### 5.1.2.2 längsdynamisches Gefahrenpotential, abhängig von Umfeldsensorinformationen ( $dp\_xdyn\_sen\_1$ )

Die Bewertung der längsdynamischen Fahrsituation wird über ein weiteres längsdynamisches Gefahrenpotential realisiert. Dieses Gefahrenpotential wird wie folgt berechnet:

1. Bedingung: Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss größer einem Schwellenwert sein (im Rangierbetrieb wird kein Gefahrenpotential berechnet)

2. Bedingung: Die Relativgeschwindigkeit zum detektierten Objekt muss kleiner als eine negative Schwelle sein.

Dieses Gefahrenpotential setzt die Verzögerung die notwendig ist um eine Kollision zu verhindern in Relation zu einem Anteil der maximal auf die Straße übertragbare Verzögerung. Die Berechnungsvorschrift lautet:

$$dp\_xdyn\_sen\_1 = \min \left( 100 \left( \frac{a_{nec}}{-a * \mu_{max} * g} * 100 \right) \right) \quad (5.3)$$

mit beispielsweise  $\alpha = 0.4$ .

5.1.2.3 längsdynamisches Gefahrenpotential, abhängig von Fahrdynamikinformationen der ABS Funktion (dp\_xdyn\_abs)

Dieses Gefahrenpotential ist 0 solange keine ABS Bremsung stattfindet. Wird hingegen eine ABS Bremsung ausgeführt ist dieses Gefahrenpotential 100.

$$dp\_xdyn\_abs = \begin{cases} 100 & \text{für ABS Bremsung aktiv,} \\ 0 & \text{für ABS Bremsung inaktiv} \end{cases} \quad (5.4)$$

5.1.2.4 längsdynamisches Gefahrenpotential, abhängig von Fahrdynamikinformationen der Bremsassistenten-Funktion (dp\_xdyn\_hba)

Dieses Gefahrenpotential ist 0 solange keine Bremsung mit Bremsassistentenunterstützung (klassischer Hydraulischer Bremsassistent HBA, nicht der Erweiterte Bremsassistent BA+) stattfindet. Wird hingegen eine Bremsung mit Bremsassistentenunterstützung ausgeführt ist dieses Gefahrenpotential 100.

$$dp\_xdyn\_hba = \begin{cases} 100 & \text{für Bremsung mit HBA Unterstützung} \\ 0 & \text{für Bremsung ohne HBA Unterstützung oder keine Bremsung} \end{cases} \quad (5.5)$$

5.1.2.5 querdynamisches Gefahrenpotential, abhängig von Fahrdynamikinformatoren der ESPFunktion (dp\_ydyn\_esp)

Dieses Gefahrenpotential ist 0 solange kein ESP Eingriff stattfindet. Greift hingegen das ESP in die Fahrdynamik ein, ist dieses Gefahrenpotential 100.

$$dp\_xdyn\_esp = \begin{cases} 100 & \text{für ESP Eingriffe aktiv} \\ 0 & \text{für ESP Eingriffe inaktiv} \end{cases} \quad (5.6)$$

Diese Definition ist nur ein erstes Ausführungsbeispiel. Benutzt man nicht das ESP on/off Flag, sondern die Information über das Zusatzmoment  $m\_add\_esp$  bezogen auf ein Maximum bei bestimmten Reibwertbedingungen, das aufgebracht werden muss, um das Fahrzeug wieder zu stabilisieren, wird eine feinere Abstufung dieses Gefahrenpotentials erzielt.

5.1.2.5 aktuatorabhängige, spezielle Gefahrenpotentiale  
spezielles Gefahrenpotential zur Ansteuerung des reversiblen Gurtstraffer, abhängig von Umfeldsensorinformationen (dp\_msb\_sen)

Dieses Gefahrenpotential wird wie folgt berechnet:

1. Bedingung: Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss größer einem Schwellwert sein (im Rangierbetrieb wird kein Gefahrenpotential berechnet)
2. Bedingung: Die Relativgeschwindigkeit zum detektierten Objekt muss negativ sein.

Die eigentliche Berechnung des Gefahrenpotentials bildet den Quotienten aus aktuell bestimmter Time to Collision  $t_{tc}$  aus den Sensorinformationen und der mittleren Aktivierungszeit des reversiblen Gurtstraffers.

Dieser Quotient gibt an wie viel Zeit noch bleibt, um den Aktuator im Mittel vollständig zu aktivieren. Die Berechnungsvorschrift lautet:

$$dp\_msb\_sen = 100 * \min \left( 1, \max \left\{ 1, \left( 2 - \frac{t_{tc}}{t_{msb \text{ activate}}} \right) \right\} \right) \quad (5.7)$$

Als Erweiterung dieser Beziehung kann vorgesehen werden, dass das oben berechnete Gefahrenpotential in Abhängigkeit des Quotienten aus notwendiger Verzögerung und maximal auf die Straße übertragbarer Verzögerung auf einen bestimmten Wert begrenzt wird. Dies bewertet die Möglichkeit des Fahrers vor dem Unfall noch zu bremsen, also die Zustandsgrößen Geschwindigkeit und Beschleunigung zu verändern. Diese konstanten Zustandsgrößen werden bei der Berechnung der Time to Collision, so wie oben benutzt, vorausgesetzt.

Weiterhin kann vorgesehen werden, das Gefahrenpotential in Abhängigkeit des Quotienten aus Zeit um einen bestimmten Querver-satz zu realisieren und Time to Collision auf einen bestimmten Wert zu begrenzen. Dies bewertet die Möglichkeit des Fahrers dem Hindernis auszuweichen. Die Ergänzung um die oben beschriebenen Einweiterungen führen zu einer realistischeren Bewertung der eigentlichen Gefahr, da die Beeinflussungsmöglichkeiten auf die aktuelle Fahrsituation des Fahrers berücksichtigt werden.

Figur 8 zeigt hierbei die stufenweise Aktivierung eines Gurtstraffers in Abhängigkeit von dem Gefahrenpotential, z.B. 20%, 60% und 100%. Bei 20% des Gefahrenpotentials wird die Stufe I des Gurtstraffers aktiviert, bei 60 % Stufe II und bei 100 % Stufe III. Bei Stufe I wird die Gurtlose entfernt, bei Stufe II wird der Gurtstraffer vorgespannt und verriegelt, bei Stufe III wird der Insasse positioniert, d.h. der Gurtstraffer mit maximaler Kraft gespannt und verriegelt.

Der aktivierte Gurtstraffer verbleibt in seiner aktivierten Stufe bis das Gefahrenpotential unterhalb einer Schwelle liegt, die keine Gefahr mehr darstellt und die resultierende Fahrzeugbeschleunigung unterhalb einer Schwelle liegt und eine bestimmte Zeitdauer vergangen ist.

#### 5.1.2.6 spezielles Gefahrenpotential zur Ansteuerung der Sitzverstellung, abhängig von Umfeldsensorinformationen (dp\_seat\_sen)

Dieses Gefahrenpotential wird nach der gleichen Berechnungsvorschrift wie das Gefahrenpotential dp\_msb\_sen berechnet. Für die Aktivierungszeit des Aktuators wird nun lediglich die mittlere Aktivierungszeit angesetzt (statt tmsb\_activate setze tseat\_activate), die zur Verstellung des Sitzes notwendig ist. Die Ergänzungen wie bei der Berechnung des Gefahrenpotentials dp\_msb\_sen beschrieben können auch hier gelten.

#### 5.1.2.7 spezielles Gefahrenpotential zur Ansteuerung der Fenster- und/oder Schiebedachverstellung, abhängig von Umfeldsensorinformationen (dp\_wind\_sen/dp\_roof\_sen)



Dieses Gefahrenpotential wird nach der gleichen Berechnungsvorschrift wie das Gefahrenpotential `dp_msb_sen` berechnet. Für die Aktivierungszeit des Aktuators wird nun lediglich die mittlere Aktivierungszeit angesetzt (statt `tmsb_activate` setze `twind_activate` bzw. `troof_activate`), die zur Schließung des Fensters bzw. Schiebedaches notwendig ist. Die Ergänzungen wie bei der Berechnung des Gefahrenpotentials `dp_msb_sen` beschrieben können auch hier gelten.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass Einflussgrößen getrennt voneinander berechnet, bewertet und kategorisiert werden können. Mittels der verschiedenen Gefahrenpotentiale kann das Gesamtbild der aktuellen Gefahrensituation durch einfache Einzelzusammenhänge beschrieben werden. Das Gesamtbild der aktuellen Gefahrensituation ergibt aus der Auswertung der Einzelgefahrenpotentiale.

Die Zuverlässigkeit der verwendeten Daten zur Ermittlung der oben genannten Stelleingriffe und die Komplexität der Situation lassen bei fahrdynamischen Eingriffen in das Fahrzeug keine völlig autonomen Eingriffe zu. Daher können die aus dem Gefahrenrechner ermittelten Stelleingriffe nur nach einer Bewertung in der Arbitriereinheit 28 (Fig. 2) mit dem in dem Fahrerwunschmodul 29 (Fig.2) ermittelten Fahrerwunsch, wie der Fahreraktion und anderer die aktuelle Fahrersituation beschreibende Größen zu einem jeweils passenden Grad realisiert werden.

Hierzu nutzt ein Zustandsautomat die vom Fahrerwunschmodul zur Verfügung gestellten Kenngrößen und schaltet davon abhängig z.B. Verzögerungsvorgaben des Gefahrenrechners 10 frei. Ausgewertet wird im wesentlichen die Fußbewegung des Fahrers. Diese lässt Rückschlüsse darüber zu, als wie gefährlich der Fahrer

die gleiche Situation einschätzt bzw. ob er überhaupt eine kritische Situation erkannt hat. Erst wenn der Fahrer diese kritische Situation bestätigt, wird Fahrer unabhängig Bremsdruck aufgebaut. Wie Figur 6 zeigt, werden dabei vier Stufen unterschieden:

1. **not supported**: Der Fahrer zeigt durch einen positiven zeitlichen Gradienten auf dem Gaspedal ( $s_{\text{aped}}$  = Gaspedalweg) an, beschleunigen zu wollen. Auch wenn der Gefahrenrechner eine kritische Situation detektiert, wird in diesem Zustand kein Bremsdruck autonom aufgebaut  $p_{\text{max}} = 0 \text{ bar}$ .

2. **prefill**: Dieses Niveau definiert einen Zustand bei dem der Verzögerungswunsch des Fahrers nur eingeschränkt bestimmt werden kann oder noch nicht vorhanden ist. In diesem Zustand muss der Fahrer das Gaspedal  $s_{\text{aped}}$  berühren. Es gibt zwei unterlagerte Zustände:

a) **prefill 1**: Das berechnete Gefahrenpotential hat einen zeitlichen Gradienten der oberhalb der definierten Schwelle liegt. Der Fahrer verändert seine Gaspedalstellung  $s_{\text{aped}}$  nicht. Diese Situation wird interpretiert als extreme Verschärfung der Gefahrensituation, so dass auch ohne aktive Bestätigung des Fahrers ein Bremsdruck von maximal  $p_{1\text{max}} = k_1 \text{ bar}$  zugelassen wird. Dies führt zu einem Anlegen der Bremsbeläge.

b) **prefill 2**: Bestätigt der Fahrer die kritische Situation indem er das Gaspedal verlässt (negativer zeitlicher Gradient auf dem Gaspedal) wird ein maximaler Bremsdruck von  $p_{2\text{max}} > p_{1\text{max}}$  zugelassen.

Die Übergänge von prefill 1 zu prefill 2 sind in Figur 7 näher dargestellt.

3. **prebrake:** In diesem Zustand hat der Fahrer weder Gas- noch Bremspedal betätigt. Deshalb wird dieser Zustand 0 als eingeschränkter Verzögerungswunsch interpretiert. Die maximale Verzögerung wird somit auf ungefähr das ACC-Niveau angehoben (0.3g), so dass ein maximaler Bremsdruck von  $p_{3max} > p_{2max}$  zustande kommen kann.

4. **extended brake assist:** Mit dem Übergang in diesen Zustand bestätigt der Fahrer seinen Verzögerungswunsch indem er das Bremspedal (Schwelle: Bremslichtschalter BLS) betätigt. Sind nun noch weitere Bedingungen erfüllt, wird abhängig vom Grad dieser Erfüllung der vom Gefahrenrechner vorgegebene Bremsdruck freigeschaltet.

Diese Bedingungen gliedern sich wie folgt:

Aus

a) dem zeitlichen Verlauf des Bremsdrucks und der Bremslichtinformation und

b) dem zeitlichen Verlauf des Gefahrenpotentials

wird eine Notsituation abgeleitet. Wird diese erkannt, wird der vom Gefahrenrechner berechnete Bremsdruck vollständig als Sollwert an die Bremsanlage weitergeleitet. Der Fahrer erhält maximale Unterstützung. Wird hingegen keine Notsituation erkannt wird eine Kennzahl ermittelt, die den Grad des Bremswunsches des Fahrers repräsentiert. Dieser Faktor besteht aus drei Anteilen, die in einem bestimmten Gewichtungsverhältnis eingehen.

a) Verhältnis von Bremspedalweg zum Maximum des Bremspedalweges, der abhängig vom Druck in der Anlage ist (repräsentiert durch den Radbremsdruck). Dies ist notwendig, da der Fahrer den Bremsdruck in der Anlage spürt, falls diese vorgefüllt sein sollte.

- b) Verhältnis von Bremspedalgeschwindigkeit zum Maximum der Bremspedalgeschwindigkeit. Dieses Maximum ist näherungsweise unabhängig vom Grad der Anlagenvorfüllung.
- c) Faktor der die Umsetzzeit vom Gas- auf des Bremspedal bewertet.

Der Fahrer erhält in diesem Zustand durch Freischaltung des Bremsdruckes der im Gefahrenrechner ermittelt wird, eine an die Situation angepasste Bremsunterstützung.

Wie Figur 6 zeigt, ist die Verzögerungsunterstützung des Fahrers von dem Fahrpedalweg  $s_{aped}$  und dem Bremspedalweg  $s_{bped}$  abhängig. In Pfeilrichtung der jeweiligen Achsen  $s_{aped}$  und  $s_{bped}$  wird eine Zunahme der positiven oder negativen Beschleunigung des Fahrzeugs angenommen. Befindet sich der Fahrer in dem Zustand `prefill/not supported 60`, dann kann die Arbitrierinheit keinen Bremsdruck, einen Bremsdruck, der zum Anlegen der Bremsbelege führt oder einen Bremsdruck, der zum leichten Verzögern des Fahrzeugs führt, freischalten. Verlässt der Fahrer das Fahrpedal und unterschreitet die Schwelle `THR_S_APED1` zeigt er dadurch den Wunsch an, das Fahrzeug zu verzögern und der Zustand wechselt über den Pfad 61 nach `prebrake 63`. Betätigt der Fahrer im Zustand `prebrake` das Fahrpedal muss die Schwelle `THR_S_APED2` überwunden werden, damit der Zustand über den Pfad 62 nach `prefill/not supported 60` wechselt. Befindet sich das System im Zustand `prebrake 63` und der Fahrer betätigt das Bremspedal bis eine Schwelle `SMINFORAPIABLS` überschritten wird, dann wechselt der Zustand `prebrake` über Pfad 64 in den Zustand `extended brake assist 65`.

Figur 7 stellt die Übergänge zwischen den Zuständen `not supported`, `prefill 1` und `prefill 2` dar.  $ds_{aped}$  bezeichnet dabei die Gaspedalgeschwindigkeit. In Figur 7 wird dabei in Pfeilrichtung verlaufend ab 0 ein positiver Gradient des Gaspedals angenom-

men, d.h. das Gaspedal wird von dem Fahrer betätigt und das Fahrzeug beschleunigt, ab 0 entgegen der Pfeilrichtung wird ein negativer Gradient angenommen, d.h. der Fahrer nimmt das Gaspedal zurück und das Fahrzeug bremst über den Motor ab. Befindet man sich im Zustand not supported 70 und der Gradient des Gefahrenpotentials `ddp_xdy_sen` überschreitet den Schwellwert `THR_DDP_XDYN_SEN_ACT` wechselt man über den Pfad 72 in den Zustand `prefill 1 73`. Befindet man sich im Zustand not supported 70 und der Fahrer verlässt das Fahrpedal so dass die Schwelle `THR_DS_APED1L` unterschritten wird, wechselt man über den Pfad 71 in den Zustand `prefill 2 74`. Ausgehend vom Zustand `prefill 2 74` wechselt man über den Pfad 75 unter der Bedingung dass der Gradient des Fahrpedalweges größer als die Schwelle `THR_DS_APED2L` und das Gefahrenpotential kleiner als eine Schwelle ist, in den Zustand `prefill 1 73`. Ebenso wird der Zustand `prefill 2 74` über den Pfad 76 verlassen, wenn der Gradient des Fahrpedalweges größer als die Schwelle `THR_DS_APED2R` ist.

Der Zustand `prefill 1 73` kann über den Pfad 71 in den Zustand `prefill 2 74` wechseln, wenn der Gradient des Fahrpedalweges kleiner als die Schwelle `THR_DS_APED1L` ist.

Der Zustand `prefill 1 73` kann über den Pfad 76 in den Zustand not supported 70 wechseln, wenn der Gradient des Fahrpedalweges größer als die Schwelle `THR_DS_APED2R` ist.

Die Übergangsbedingungen können verfeinert werden, wenn als zusätzliche Eingangsgröße die Fahrzeugbeschleunigung ausgewertet wird. Der Vorteil dieser Erweiterung besteht in einer Betrachtung eines beschleunigten Fahrzustandes über eine längere Zeitspanne, die bei der Auswertung der Betätigung des Fahrpedals

nicht zur Verfügung steht. Der Fahrerwunsch kann dadurch besser umgesetzt werden.

Dabei ergeben sich Übergänge, die vorteilhaft ruckminimal gestaltet werden.

(z.B. Figur 9) Hierbei wird mit einer sigmoidalen Übergangsfunktion das aktuelle Stellniveau in das neue überführt. Als Ausführungsbeispiel kann ein Ausschnitt der Sinusfunktion oder deren Approximation durch eine Reihenentwicklung verwendet werden.

Der Fahrer behält in jeder Situation die Kontrolle und kann zumindest die Bremsengriffe durch Gaspedalbetätigung überstimmen.

**Patentansprüche:**

1. Elektronisches Steuersystem für ein Fahrzeug, **gekennzeichnet durch** einen Fahrerwunschmodul (29) zur Ermittlung von Kenngrößen über den Fahrerwunsch aus Daten, welche mindestens Pedalwege, Umsetzungsbewegungen zwischen den Pedalen und den Bremsdruck der Bremsanlage wiedergeben und einen Gefahrenrechner zur Ermittlung der Gefahrenpotentiale aus vorgegebenen und aktuellen Fahrzeugdaten und weiteren Daten, wie Umfelddaten und Fahrerdaten, sowie ggf. noch Personendaten innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs und dgl., wobei der Gefahrenrechner mindestens eine Bewertung der Gefahrenlage des Fahrzeugs und der im Fahrzeug vorhandenen Personen und ggf. noch des Umfelds vornimmt und in Abhängigkeit von der Bewertung und weiterer Kriterien oder Gewichtungen nach Gefahrenpotential gestufte Stelleingriffe zur Steuerung von Aktuatoren an eine Arbitriereinheit ausgibt, die in Abhängigkeit von den durch die Stelleingriffe verursachten Beeinflussung der Fahrdynamik des Fahrzeugs eine Bewertung mit den im Fahrerwunschmodul ermittelten Kenngrößen bezüglich des Fahrerwunsches vornimmt, und nach Maßgabe des Bewertungsergebnisses die gestuften Stelleingriffe bedingt freischaltet, freischaltet oder sperrt.
2. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umsetzungsbewegung zwischen dem Gas- und dem Bremspedal aus Gaspedalweginformationen und der Bremslichtinformation als Eingangsgrößen ermittelt wird.
3. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den Eingangsgrößen die Umsetzzeit zwischen

den Pedalen ermittelt wird.

4. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fahrerwunschmodul (29) die ermittelten Kenngrößen der nachgeschalteten Arbitriereinheit zur Verfügung stellt.
5. Elektronisches Steuersystem für ein Fahrzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fahrerwunschmodul weitere Kenngrößen über einen Lenkwunsch und/oder Beschleunigungswunsch der nachgeschalteten Arbitriereinheit (28) zur Verfügung stellt.
6. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gefahrenrechner aus Daten, die mindestens die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die Fahrzeuglängsbeschleunigung, die Fahrzeugquerbeschleunigung, die Abstände zu relevanten Objekten im Nah- und/oder Fernbereich, die Relativgeschwindigkeit zu relevanten Objekten im Nah- und/oder Fernbereich und/oder deren Ableitungen sowie Zustandsinformationen über Fahrdynamikregler, wie ABS, HBA, ESP u.dgl., wiedergeben, Gefahrenpotentiale berechnet, die mindestens in Abhängigkeit von ermittelten längsdynamischen und/oder querdynamischen Gefahrenkenngößen in ihrer Wirkung gestufte, vom ermittelten Gefahrenpotential abhängige Stellgrößen für die Bremsen, die reversiblen Insassenschutzmittel und die Relativposition zwischen Insassenschutzmitteln und Fahrzeuginsassen verändernden Verstellvorrichtungen erzeugt.
7. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stelleingriffe für die Aktuatoren, insbesondere für die Bremsen, situationsangepasst er-



folgen.

8. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gefahrenrechner (10) aus Daten, die mindestens die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die Fahrzeuglängsbeschleunigung, die Fahrzeugquerbeschleunigung, die Abstände zu relevanten Objekten im Nah- und/oder Fernbereich, die Relativgeschwindigkeit zu relevanten Objekten im Nah- und/oder Fernbereich und/oder deren Ableitungen sowie Zustandsinformationen über Fahrdynamikregler, wie ABS, HBA, ESP u.dgl., wiedergeben, Gefahrenpotentiale berechnet, die mindestens in Abhängigkeit von ermittelten längsdynamischen und/oder querdynamischen Gefahrenpotentialen abhängige Stellgrößen für das Schließen von Fahrzeugöffnungen erzeugt.
9. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gefahrenrechner (10) weiterhin in Abhängigkeit von dem ermittelten Gefahrenpotential optische und/oder haptische Warn- und/oder Führungshinweise zum Warnen und/oder Leiten des Fahrers zu einer der aktuellen Fahrzeugsituation angepassten Fahrerreaktion erzeugt und diese Warn- und/oder Führungshinweise direkt der Aktuatorik (18, 16) zur Umsetzung weitergibt.
10. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Warnhinweise mittels eines vibrierenden Pedals und/oder Sitzes und/oder einer Anzeige erfolgen.
11. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungshinweise mittels einer veränderten Bedienkraft an mindestens einem Pedal oder

der Lenkhandhabe erfolgen.

12. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gefahrenrechner aus Daten, die mindestens die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die Fahrzeuglängsbeschleunigung, die Fahrzeugquerbeschleunigung, die Abstände zu relevanten Objekten im Nah- und/oder Fernbereich, die Relativgeschwindigkeit zu relevanten Objekten im Nah- und/oder Fernbereich und/oder deren Ableitungen sowie Zustandsinformationen über Fahrdynamikregler, wie ABS, HBA, ESP u.dgl., wiedergeben, Gefahrenpotentiale berechnet, die mindestens in Abhängigkeit von ermittelten längsdynamischen und/oder querdynamischen Gefahrenkenngrößen Informationen für die nicht reversiblen Insassenschutzmittel erzeugt und den Steuerungen der nicht reversiblen Insassenschutzmittel zur Verfügung stellt.
13. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbitriereinheit einen Zustandsautomaten aufweist, der die vom Fahrerwunschmodul (29) zur Verfügung gestellten Kenngrößen, wie den Bremspedalweg, die Bremspedalgeschwindigkeit und/oder den Gaspedalweg, die Gaspedalgeschwindigkeit und die Umsetzzeit zwischen Gas- und Bremspedal und/oder den Zustand (An/Aus) des Bremslichts und/oder gemessene und berechnete Bremsdrücke der Bremsanlage und/oder deren Ableitungen und/oder die Beschleunigung des Fahrzeugs und/oder die vom Gefahrenrechner ermittelten Gefahrenpotentiale und/oder deren Ableitungen, gegen die vom Gefahrenrechner ermittelten Stelleingriffe arbitriert.
14. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Korrelation der Kenngrößen

ßen des Fahrerwunschmoduls mit den Stelleingriffen des Gefahrenrechners bewertet wird und in Abhängigkeit von dem Bewertungsergebnis die Stelleingriffe an die Aktuatorik bedingt freigeschaltet, freigeschaltet oder gesperrt wird.

15. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wert der Stelleingriffe in Abhängigkeit von dem Bewertungsergebnis modifiziert wird.

16. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gefahrenrechner verschiedene Gefahrenpotentiale ermittelt und zur Bildung der Stelleingriffe kombiniert.

17. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Gefahrenpotential aus einem Fuzzy-System berechnet wird und/oder in einem fahrdynamischen Modell berechnet wird.

18. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gefahrenrechner allgemeine Gefahrenpotentiale und spezielle Gefahrenpotentiale ermittelt, wobei die allgemeinen Gefahrenpotentiale aktuatorunabhängig und die speziellen Gefahrenpotentiale aktuatorabhängig sind.

19. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1, 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arbitriereinheit einen Zustandsautomaten aufweist, der die vom Fahrerwunschmodul (29) zur Verfügung gestellten Kenngrößen, wie den Bremspedalweg, die Bremspedalgeschwindigkeit und/oder den Gaspedalweg, die Gaspedalgeschwindigkeit und die Umsetzzeit zwischen Gas- und

Bremspedal und/oder den Zustand (An/Aus) des Bremslichts und/oder gemessene und berechnete Bremsdrücke der Bremsanlage und/oder deren Ableitungen und/oder die Beschleunigung des Fahrzeugs und/oder die vom Gefahrenrechner ermittelten Gefahrenpotentiale und/oder deren Ableitungen, gegen die vom Gefahrenrechner ermittelten Bremsseingriffe arbitriert.

20. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Bremseneingriff in Abhängigkeit von den Kenngrößen Gaspedalweg, Bremspedalweg und/oder Bremsdrücke und/oder Beschleunigung und/oder deren Ableitungen und/oder einer Bremslichtinformation des den Fahrerwunsch repräsentierenden Fahrerwunschmoduls bestimmt wird und nach Maßgabe von Schwellenwerten dieser Kenngrößen und der Gefahrenpotentiale Niveaus für maximale Verzögerungen abgeleitet werden.

21. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grad des Bremswunsches des Fahrers durch eine Kennzahl bestimmt wird, die in Abhängigkeit von der Gewichtung der folgenden Bedingungen

- a.) Verhältnis vom Bremspedalweg zum Maximum des Bremspedalwegs,
- b.) Verhältnis von Bremspedalgeschwindigkeit zum Maximum der Bremspedalgeschwindigkeit,
- c.) Faktor der die Umsetzzeit von Gas- auf Bremspedal bewertet,

ermittelt wird.

22. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grad des Bremswunsches des Fahrers durch eine Kennzahl bestimmt wird, die in Abhängigkeit von

der Gewichtung der folgenden Bedingungen

- a.)Verhältnis eines Fahrerwunschbremsdruck zum durchschnittlichen Maximum eines Notbremsdrucks,
- b.)Verhältnis des zeitlichen Gradienten des Fahrerwunschbremsdrucks zum durchschnittlichen zeitlichen Gradienten eines Maximums eines Notbremsdrucks,
- c.)Faktor der die Umsetzzeit von Gas- auf Bremspedal bewertet, ermittelt wird.

23.Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus dem zeitlichen Verlauf des Bremsdrucks und der Bremslichtinformation und dem zeitlichen Verlauf des Gefahrenpotentials eine Notbremssituation abgeleitet wird.

24. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei erkannter Notbremssituation, die vom Gefahrenrechner berechnete Verzögerung vollständig als Sollwert an die Bremsaktuatoren weitergeleitet wird.

25.Arbitriereinheit für ein elektronisches Steuersystem eines Fahrzeugs, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie mit einem Gefahrenrechner (10) und einem Fahrerwunschmodul verbunden ist und vom Fahrerwunschmodul (29) zur Verfügung gestellten Kenngrößen gegen vom Gefahrenrechner ermittelten Stelleingriffe arbitriert.

26.Arbitriereinheit nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie einen Zustandsautomaten aufweist.

27. Gefahrenrechner für ein elektronisches Steuersystem eines Fahrzeugs, **gekennzeichnet durch** ein Modell zur Berechnung von aktuatorspezifischen und aktuatorunspezifischen Gefahrenpotentialen aus Größen, die von Einrichtungen des Fahrzeugs berechnet oder gemessen werden.
28. Gefahrenrechner nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtungen des Fahrzeugs Fern- und/oder Nahbereichssensoren, Fahrdynamiksensoren, Wegsensoren, Drucksensoren, Fahrzeugmodelle und/oder hydraulische Modelle sind.
29. Elektronisches Steuersystem für ein Fahrzeug, gekennzeichnet durch eine Signalkonditionierung (21), einen Gefahrenrechner (10), eine Fahrerwunschmodul (29) und eine Arbitriereinheit (28).
30. Verfahren zum Ermitteln mindestens eines vom Fahrer unabhängigen Eingriffs in ein Fahrzeugsystem, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Fahrerwunschmodul von Kenngrößen über den Fahrerwunsch aus Daten, welche mindestens Pedalwege, Umsetzungsbewegungen zwischen den Pedalen und den Bremsdruck der Bremsanlage wiedergeben, ein Fahrerwunsch ermittelt wird und in einem Gefahrenrechner aus vorgegebenen und aktuellen Fahrzeugdaten und weiteren Daten, wie Umfelddaten und Fahrerdaten, sowie ggf. noch Personendaten innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs und dgl. Gefahrenpotentiale ermittelt werden, wobei der Gefahrenrechner mindestens eine Bewertung der Gefahrenlage des Fahrzeugs und der im Fahrzeug vorhandenen Personen und ggf. noch des Umfelds vornimmt und in Abhängigkeit von der Bewertung und weiterer Kriterien oder Gewichtungen nach Gefahrenpotential gestufte Stelleingriffe zur Steuerung von Aktuatoren an eine Arbitriereinheit ausgibt, die mindes-

tens in Abhängigkeit von einer durch die Stelleingriffe verursachten Beeinflussung der Fahrdynamik des Fahrzeugs eine Bewertung mit den im Fahrerwunschmodul ermittelten Kenngrößen bezüglich des Fahrerwunsches vornimmt, und nach Maßgabe des Bewertungsergebnisses die gestuften Stelleingriffe bedingt freischaltet, freischaltet oder sperrt.

31. Verfahren zum Ermitteln von Gefahrenpotentialen für ein Fahrzeug-Steuersystem, **gekennzeichnet durch** ein modellbasiertes Ermitteln von aktuatorunabhängigen und aktuatorabhängigen Gefahrenpotentialen aus Ein- und Ausgangsgrößen des Fahrzeugs.

Fig. 1

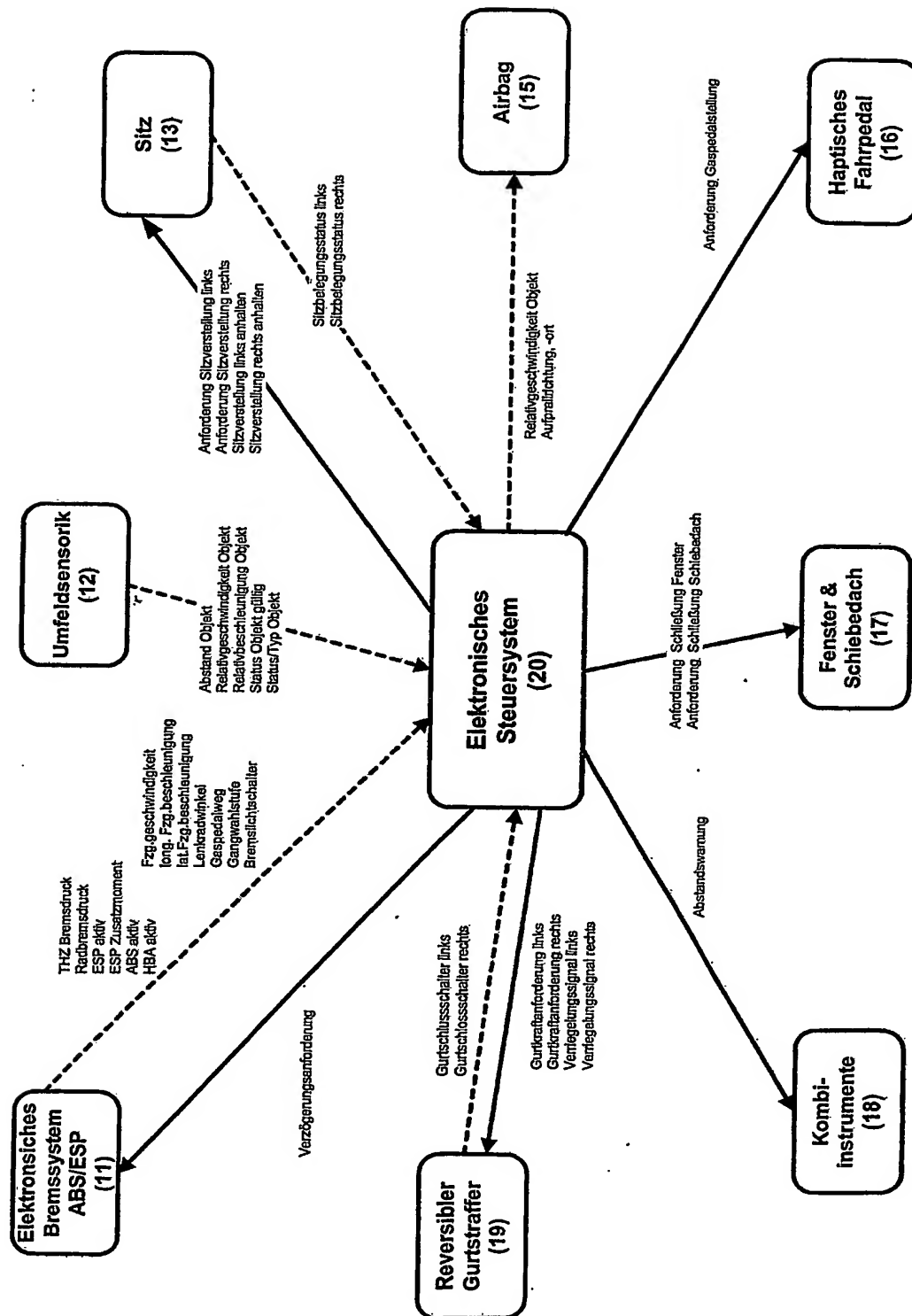




Fig. 2

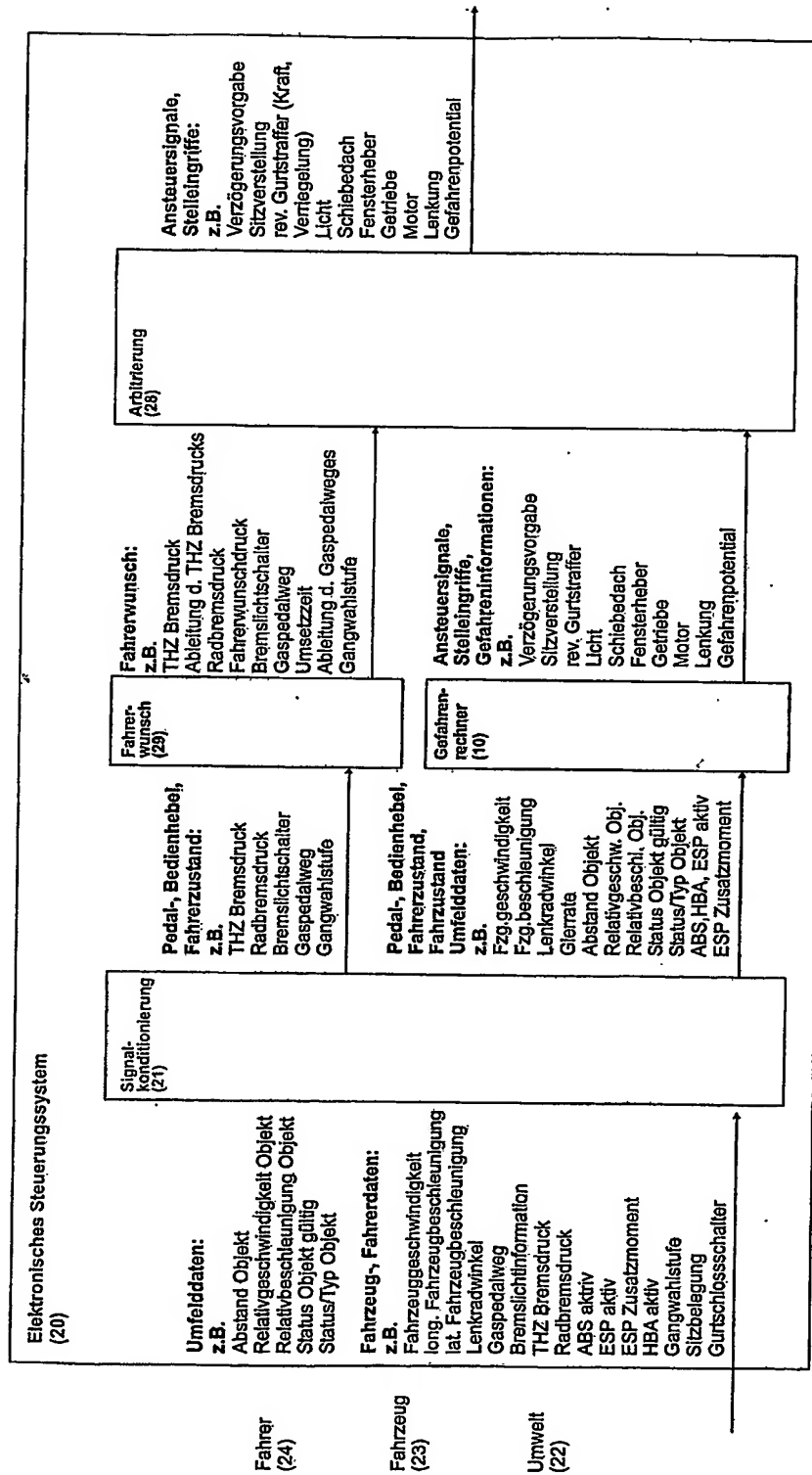
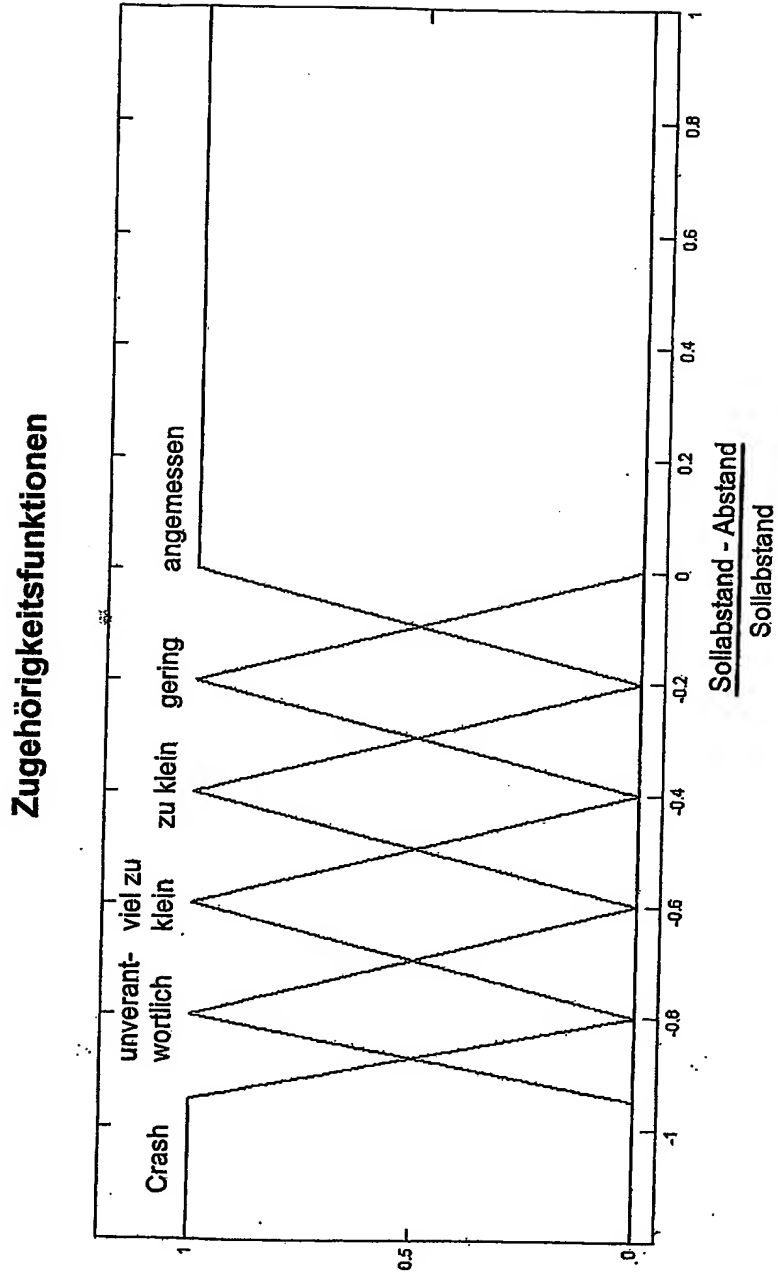


Fig.3



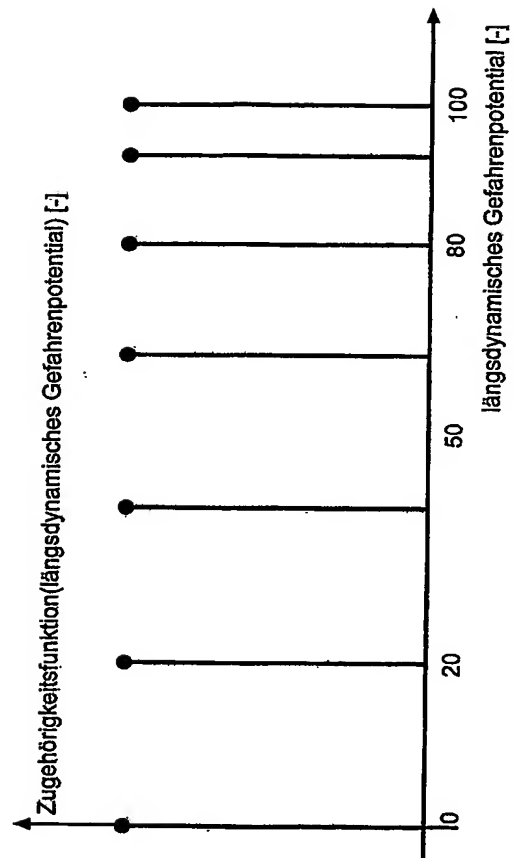
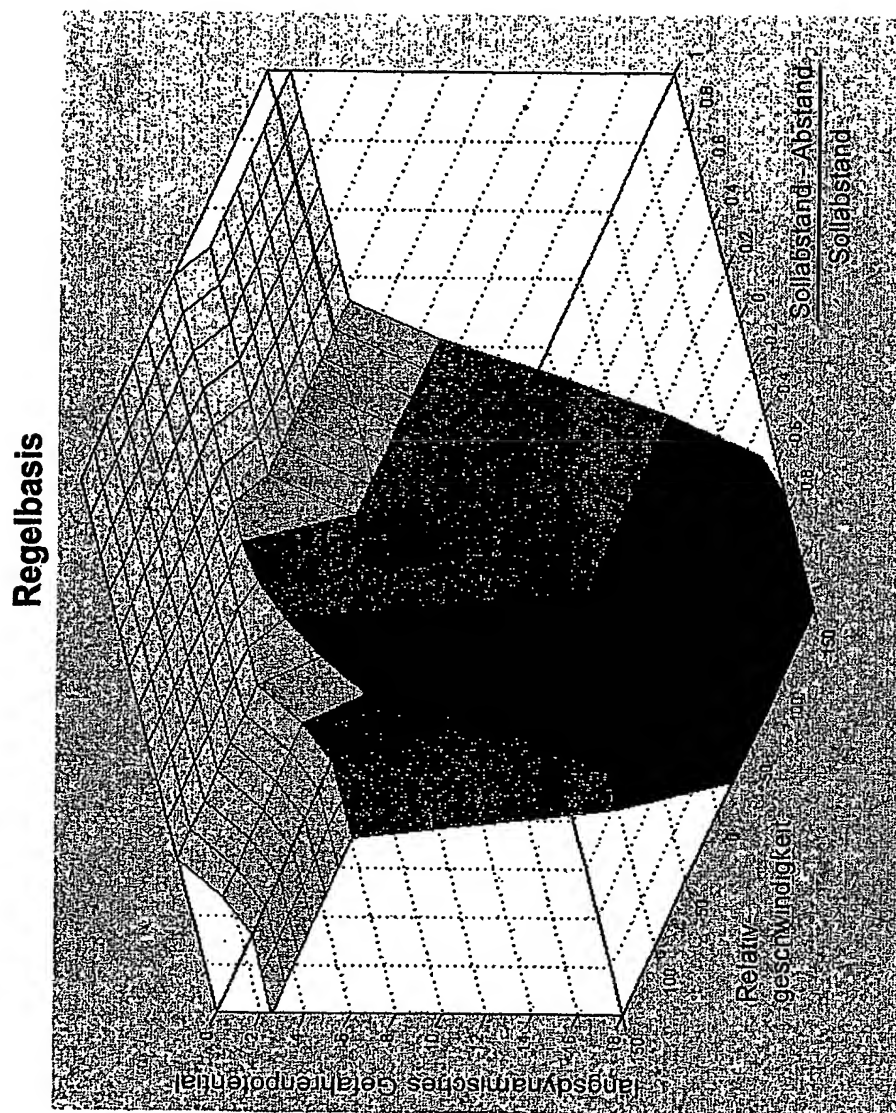


Fig. 4

Fig.5



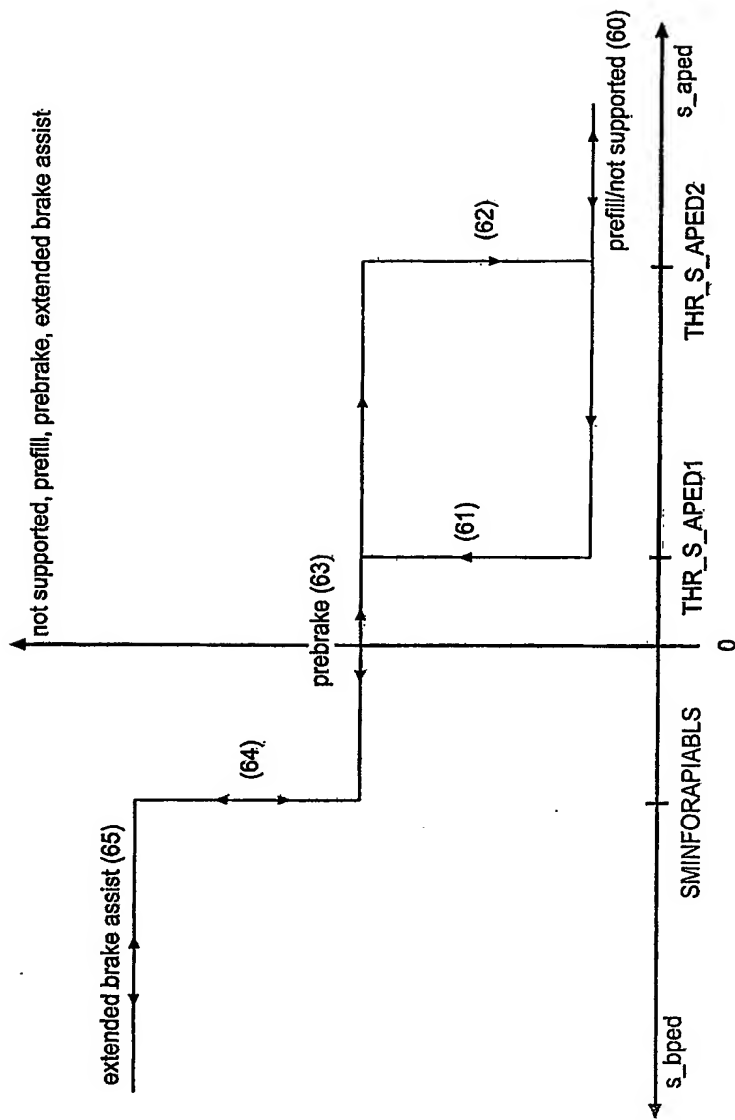


Fig. 6

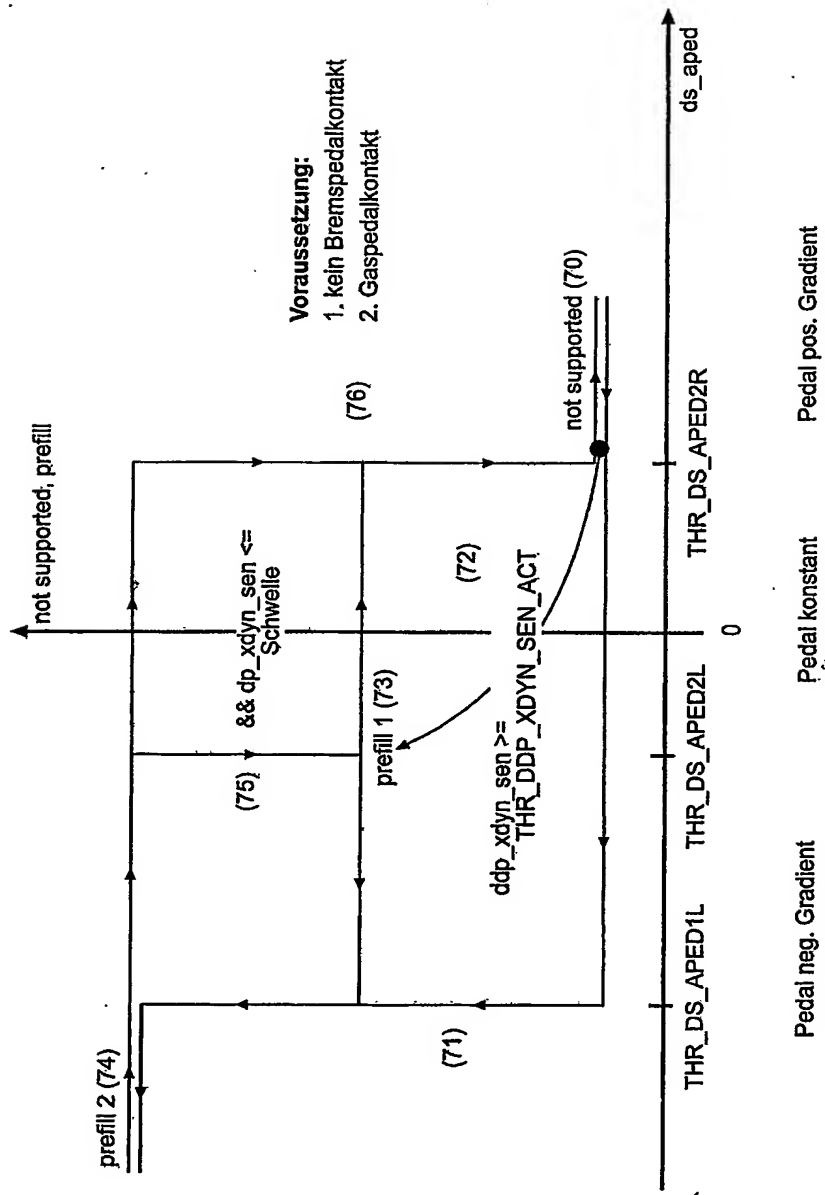


Fig. 7

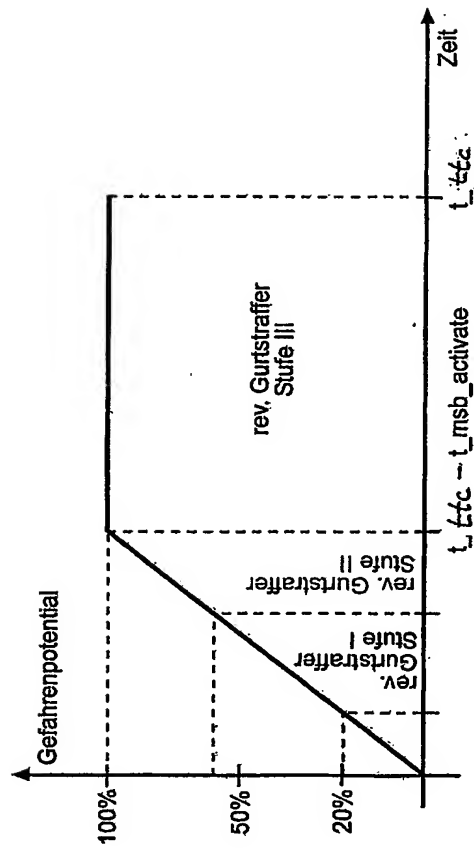


Fig. 8

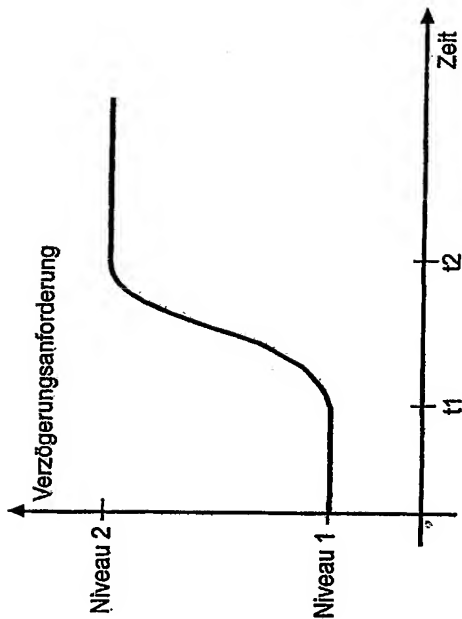


Fig. 9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/050384

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 B60T8/00 B60K31/00 B60T7/22 B60T7/12 B60T8/32  
B60R21/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T B60K B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 60 498 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 11 October 2001 (2001-10-11)  column 3, line 28 - column 3, line 54 column 6, line 7 - column 7, line 60; figure 3	1-5, 7, 9, 10, 13-20, 25-31
Y		6, 8, 11, 12, 21-24
X	EP 0 976 627 A (HONDA MOTOR CO LTD) 2 February 2000 (2000-02-02)  column 6, line 12 - column 7, line 34; figure 2	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 13-16, 18-20, 25-31
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 August 2004

Date of mailing of the international search report

23/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marx, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/050384

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 101 03 401 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 1 August 2002 (2002-08-01) column 4, line 44 - column 5, line 32 -----	6,12
Y	DE 101 21 386 C (DAIMLER CHRYSLER AG) 29 August 2002 (2002-08-29) column 2, line 28 - column 3, line 1 column 4, line 64 - column 5, line 22 -----	8
Y	DE 199 16 267 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ; A D C GMBH (DE)) 19 October 2000 (2000-10-19) column 1, line 28 - column 2, line 47 -----	11
Y	DE 43 38 068 C (DAIMLER BENZ AG) 16 March 1995 (1995-03-16) column 3, line 12 - column 3, line 62; figure 2 -----	21
Y	DE 44 13 172 C (DAIMLER BENZ AG) 30 March 1995 (1995-03-30) column 3, line 52 - column 4, line 50 -----	22-24
A	WO 03/006289 A (BOSCH GMBH ROBERT ; HEINEBRODT MARTIN (DE); KNOOP MICHAEL (DE); WILHEL) 23 January 2003 (2003-01-23) abstract; figure 1 -----	1-31

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/050384

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 10060498	A	11-10-2001	DE	10060498 A1	11-10-2001
			WO	0172565 A1	04-10-2001
EP 0976627	A	02-02-2000	JP	11227582 A	24-08-1999
			EP	0976627 A1	02-02-2000
			US	6292753 B1	18-09-2001
			WO	9942347 A1	26-08-1999
DE 10103401	A	01-08-2002	DE	10103401 A1	01-08-2002
			WO	02058962 A1	01-08-2002
			EP	1353824 A1	22-10-2003
			US	2004088095 A1	06-05-2004
DE 10121386	C	29-08-2002	DE	10121386 C1	29-08-2002
			WO	02087926 A2	07-11-2002
			EP	1385719 A2	04-02-2004
DE 19916267	A	19-10-2000	DE	19916267 A1	19-10-2000
			WO	0061413 A1	19-10-2000
			EP	1171333 A1	16-01-2002
			JP	2002541017 T	03-12-2002
			US	6622076 B1	16-09-2003
DE 4338068	C	16-03-1995	DE	4338068 C1	16-03-1995
			FR	2712246 A1	19-05-1995
			GB	2283546 A ,B	10-05-1995
			IT	RM940719 A1	03-05-1995
			JP	2727165 B2	11-03-1998
			JP	7156786 A	20-06-1995
			US	5535123 A	09-07-1996
DE 4413172	C	30-03-1995	DE	4413172 C1	30-03-1995
			FR	2718696 A1	20-10-1995
			GB	2288446 A ,B	18-10-1995
			IT	RM950171 A1	16-10-1995
			JP	2844432 B2	06-01-1999
			JP	8040229 A	13-02-1996
			US	6367322 B1	09-04-2002
WO 03006289	A	23-01-2003	WO	03006289 A1	23-01-2003
			DE	10231558 A1	30-01-2003
			EP	1409313 A1	21-04-2004
			JP	2004521027 T	15-07-2004
			US	2004019426 A1	29-01-2004

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/050384

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60T8/00 B60K31/00 B60T7/22 B60T7/12 B60T8/32  
B60R21/01

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T B60K B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 60 498 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 11. Oktober 2001 (2001-10-11)	1-5, 7, 9, 10, 13-20, 25-31
Y	Spalte 3, Zeile 28 - Spalte 3, Zeile 54 Spalte 6, Zeile 7 - Spalte 7, Zeile 60; Abbildung 3	
X	EP 0 976 627 A (HONDA MOTOR CO LTD) 2. Februar 2000 (2000-02-02)	6, 8, 11, 12, 21-24
	Spalte 6, Zeile 12 - Spalte 7, Zeile 34; Abbildung 2	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 13-16, 18-20, 25-31
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

16. August 2004

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

23/08/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marx, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 101 03 401 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 1. August 2002 (2002-08-01) Spalte 4, Zeile 44 - Spalte 5, Zeile 32 -----	6,12
Y	DE 101 21 386 C (DAIMLER CHRYSLER AG) 29. August 2002 (2002-08-29) Spalte 2, Zeile 28 - Spalte 3, Zeile 1 Spalte 4, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 22 -----	8
Y	DE 199 16 267 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ; A D C GMBH (DE)) 19. Oktober 2000 (2000-10-19) Spalte 1, Zeile 28 - Spalte 2, Zeile 47 -----	11
Y	DE 43 38 068 C (DAIMLER BENZ AG) 16. März 1995 (1995-03-16) Spalte 3, Zeile 12 - Spalte 3, Zeile 62; Abbildung 2 -----	21
Y	DE 44 13 172 C (DAIMLER BENZ AG) 30. März 1995 (1995-03-30) Spalte 3, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 50 -----	22-24
A	WO 03/006289 A (BOSCH GMBH ROBERT ; HEINEBRODT MARTIN (DE); KNOOP MICHAEL (DE); WILHEL) 23. Januar 2003 (2003-01-23) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-31

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/050384

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10060498	A	11-10-2001	DE	10060498 A1	11-10-2001
			WO	0172565 A1	04-10-2001
EP 0976627	A	02-02-2000	JP	11227582 A	24-08-1999
			EP	0976627 A1	02-02-2000
			US	6292753 B1	18-09-2001
			WO	9942347 A1	26-08-1999
DE 10103401	A	01-08-2002	DE	10103401 A1	01-08-2002
			WO	02058962 A1	01-08-2002
			EP	1353824 A1	22-10-2003
			US	2004088095 A1	06-05-2004
DE 10121386	C	29-08-2002	DE	10121386 C1	29-08-2002
			WO	02087926 A2	07-11-2002
			EP	1385719 A2	04-02-2004
DE 19916267	A	19-10-2000	DE	19916267 A1	19-10-2000
			WO	0061413 A1	19-10-2000
			EP	1171333 A1	16-01-2002
			JP	2002541017 T	03-12-2002
			US	6622076 B1	16-09-2003
DE 4338068	C	16-03-1995	DE	4338068 C1	16-03-1995
			FR	2712246 A1	19-05-1995
			GB	2283546 A , B	10-05-1995
			IT	RM940719 A1	08-05-1995
			JP	2727165 B2	11-03-1998
			JP	7156786 A	20-06-1995
			US	5535123 A	09-07-1996
DE 4413172	C	30-03-1995	DE	4413172 C1	30-03-1995
			FR	2718696 A1	20-10-1995
			GB	2288446 A , B	18-10-1995
			IT	RM950171 A1	16-10-1995
			JP	2844432 B2	06-01-1999
			JP	8040229 A	13-02-1996
			US	6367322 B1	09-04-2002
WO 03006289	A	23-01-2003	WO	03006289 A1	23-01-2003
			DE	10231558 A1	30-01-2003
			EP	1409313 A1	21-04-2004
			JP	2004521027 T	15-07-2004
			US	2004019426 A1	29-01-2004

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**